

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
**«КУРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»**  
(ФГБНУ «Курский ФАНЦ»)



Н.П. Масютенко, Н.А. Чуюн, А.В. Кузнецов,  
М.Н. Масютенко, Г.М. Брескина

**Методические рекомендации по применению  
микробиологических препаратов на черноземах**

Курск – 2023

УДК 631.46:631.45:631.445.4:631.55  
ББК 40.5

**М32 Методические рекомендации по применению микробиологических препаратов на черноземах.** [Текст]: брошюра / Н.П. Масютенко, Н.А. Чуян, А.В. Кузнецов, М.Н. Масютенко, Г.М. Брескина. – Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2023. – 37 с.

В методических рекомендациях представлен алгоритм применения микробиологических препаратов (далее биопрепараты) на основе гриба *Trichoderma* (Грибофит) и ризосферных бактерий *Pseudomonas* (Имуназот) при возделывании сельскохозяйственных культур в агробiotехнологиях, включающий обработку биопрепаратами семян сельскохозяйственных культур, почвы перед посевом, посевов в период вегетации, измельченной побочной продукции, заделку её в почву и выдерживание (компостирование) обработанной биопрепаратами без или с азотом измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур в почве до основной обработки почвы в течение 3-7 недель в зависимости от культуры и погодных условий. Указаны дозы микробиологических препаратов и рекомендуемые культуры. На основе результатов экспериментальных исследований подтверждена эффективность применения биопрепаратов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения гумусного, биологического, структурного состояния и здоровья черноземов, активизации трансформации растительных остатков в почве. Оценена экономическая эффективность.

**Потребители:** сельскохозяйственные товаропроизводители всех организационно-правовых форм собственности, специалисты в области растениеводства, агрохимии.  
**Область применения** – земледелие, растениеводство, агропочвоведение, экология.

**Рецензенты:**

Ю.И. Чевердин – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом агропочвоведения ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева».

В.И. Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией технологий возделывания полевых культур ФГБНУ «Курский ФАНЦ».

Брошюра рассмотрена и одобрена Ученым советом ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (протокол № 11 от 26.10.2023г.)

Работа выполнена в соответствии с темой государственного задания № FGZU-2023-0001 ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

ISBN – 978-5-6051166-1-5

© ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .....	8
1.1. Обработка семян сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами перед посевом (инокуляция семян).....	12
1.2. Обработка почвы микробиологическими препаратами перед посевом сельскохозяйственных культур .....	14
1.3. Обработка посевов сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами в период вегетации .....	15
1.4. Обработка измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами и заделка её в почву.....	17
1.5. Рекомендуемые культуры .....	19
1.6. Эколого-экономическая эффективность .....	19
1.7. Справочные материалы. Нормы высева сельскохозяйственных культур .....	19
1.8. Потребители.....	21
2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ .....	23
2.1. Объекты и условия проведения исследований .....	23
2.2. Применяемые микробиологические препараты, их характеристика.....	26
2.3. Эффективность применения микробиологических биопрепаратов.....	26
2.3.1. Урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборотов .....	26
2.3.2. Гумусное состояние черноземов .....	27
2.3.3. Биологическое состояние черноземов .....	29
2.3.4. Трансформация растительных остатков сельскохозяйственных культур в почве .....	31
2.3.5. Структурное состояние черноземов .....	32
2.3.6. Состояние здоровья почвы .....	34
2.3.7. Экономическая эффективность.....	36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	37

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### *Берегите землю как зеницу ока*

*Глупый выращивает сорняки,  
умный – культуру,  
мудрый возделывает почву.  
(Китайская пословица)*

### *Уважаемые сельхозтоваропроизводители!*

На некоторых полях в хозяйстве может наблюдаться устойчивое снижение урожайности сельскохозяйственных культур, обесструктуривание почвы, почвоутомление, что свидетельствует об ухудшении плодородия почвы, снижении её здоровья. Здоровые почвы производят здоровые сельскохозяйственные культуры, которые, в свою очередь, являются пищей для людей и животных. С качеством и здоровьем почвы непосредственно связаны качество и количество продовольствия, а также здоровье людей.

В этой ситуации необходимо провести обследование гумусного, биологического и агрофизического состояния почвы, провести оценку почвенного плодородия и состояния здоровья почвы.

Нами разработаны методические рекомендации по применению микробиологических препаратов (далее биопрепаратов) при возделывании сельскохозяйственных культур (стр. 7-22), которые можно применять для нездоровой, критически ограниченно здоровой и ограниченно здоровой почвы. Провести оценку уровня здоровья почвы на полях в Вашем хозяйстве по имеющимся показателям почвенного плодородия можно в Курском ФАНЦ.

В случае оценки почвы на полях как критически ограниченно здоровой или нездоровой необходимо применять приемы и способы, активизирующие деятельность полезных почвенных микроорганизмов и увеличивающие поступление органического вещества в почву.

Нами рекомендуется в этих условиях совместно с традиционной технологией возделывания культур применение микробиологических биопрепаратов на основе гриба *Trichoderma* и на основе ризосферных бактерий

*Pseudomonas* с измельченной побочной продукцией сельскохозяйственных культур (свежим органическим веществом) без или с азотными удобрениями.

Эффективность этого приема по улучшению гумусного, биологического и структурного, а также состояния здоровья черноземов и повышению урожайности сельскохозяйственных культур в полевых научно-производственных опытах нами экспериментально доказана (стр. 23-36).

Для профилактики и восстановления почвенного здоровья и плодородия такие приемы и способы можно применять и для ограниченно здоровой почвы.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нерациональное сельскохозяйственное использование земель, возрастание агрогенной нагрузки на почву приводит к снижению поступления свежих растительных остатков и усилению процессов минерализации, эрозии и дефляции вследствие механической обработки почвы, увеличения возделывания пропашных и технических культур, сокращения площадей многолетних трав. В результате этого в почве уменьшается содержание органического вещества и ускоряется его минерализация, ухудшается качество, нарушается соотношение между его «компонентами». Почвенное органическое вещество играет важную роль в плодородии почв, в его сохранении и повышении качества и здоровья почв, выполняет энергетическую, биологическую, физическую, химическую, фитосанитарную, экологическую и биосферную функции в почве и биосфере [1-4].

Плодородие и здоровье почвы – одни из основных факторов, обеспечивающих получение высокой урожайности сельскохозяйственных культур. С увеличением в почве содержания органического вещества улучшаются агрофизические, биологические и агрохимические свойства, структурно-агрегатное состояние, повышается уровень почвенного здоровья, продуктивности и устойчивости земледелия.

В условиях недостаточного поступления в пахотные почвы органического вещества и снижения в них содержания органического углерода важнейшим источником его пополнения служат побочная продукция и пожнивно-корневые остатки сельскохозяйственных культур [5].

Принятие Постановления правительства Российской Федерации от 10 ноября 2015 г. № 1213 и поправок к Правилам противопожарного режима в Российской Федерации 1. Пункт 218. «Запрещается выжигание сухой травянистой растительности, стерни, пожнивных остатков на землях сельскохозяйственного назначения и землях запаса, разведение костров на

полях...», привело к повсеместному применению побочной продукции растениеводства на удобрение [6].

Пожнивно-корневые остатки являются главным источником органического вещества почвы, при разложении которого происходит высвобождение не только питательных элементов, но и образование гумуса. Удаление побочной продукции с полей экономически не выгодно [7]. Однако после регулярного использования химических препаратов микрофлора почвы, разлагающая растительные остатки, сильно обедняется. Из-за этого пожнивныe остатки разлагаются в почве 3-5 лет. После осеннего запахивания стерни, когда в почве накапливаются лигнин и фенолы, которые тормозят рост культурных растений и замедляют минерализацию органических веществ, накапливаются возбудители болезней и микотоксины.

Для усиления разложения и гумификации растительных остатков в почве, оживления в почве деятельности полезных микроорганизмов используют инокуляцию (введение живых микроорганизмов) микробиологическими препаратами-деструкторами растительных остатков перед заделкой их в почву [8-9].

Использование в сельском хозяйстве положительного эффекта взаимодействия микроорганизмов в растениеводстве и земледелии имеет не только экономическое, связанное с повышением урожайности сельскохозяйственных культур, но и экологическое значение, направленное на рациональное природопользование, повышение плодородия и здоровья почвы, а следовательно, и на здоровье нашего населения.

# 1. АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Нами предлагаются две агробiotехнологии, направленные на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, улучшение гумусного, биологического и структурного состояния черноземов, а также их здоровья [10,11].

Под агробiotехнологиями (биотехнологиями в сельском хозяйстве) понимают технологии (совокупность приемов, способов, сроков и др.), в которых используют живые организмы и биологические процессы для производства различных продуктов с заданными свойствами. Живыми организмами могут быть вирусы, бактерии, грибы, клетки и ткани растений, животных и человека, а также внеклеточные вещества и компоненты клеток. В предлагаемым нами агробiotехнологиях применяют микробиологические препараты (далее биопрепараты) Грибофит и Имуназот.

**Грибофит** – это экологически безопасный микробиологический препарат с фунгицидными свойствами, ростостимулятор, разлагает растительные остатки в почве. Препарат содержит споры и мицелий гриба *Trichoderma viride*, а также продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны).

## **Свойства гриба *Trichoderma*:**

- угнетает развитие фитопатогенных микроорганизмов путем воздействия на них прямым паразитированием и борьбой за субстрат;
- посредством выделяемых антибиотиков (глиотоксин, виридин, триходермин), и других биологически активных веществ, подавляет развитие многих видов возбудителей заболеваний, в том числе бактериальных, а также тормозит репродуктивную способность патогенов;



- стимулирует рост и развития растений, с помощью выделяемых ауксинов;

- является фосфатмобилизатором, повышает биодоступность минеральных, органических соединений фосфора (фосфатов, белков, нуклеиновых кислот и др.) и связанных с ними металлов – Mg, Ca, Fe, Zn.

- является биодеструктором соломы, активно разлагает органические соединения, принимает участие в процессах аммонификации и нитрификации;

- имеет способность рекультивации почвы (нефтезагрязненных земель) и получения биоорганических удобрений.

- способствует увеличению срока сохранности, лежкости продукции.

**Имуназот** – биофунгицид контактного и системного действия, на основе ризосферных бактерий *Pseudomonas chlororaphis* группы PGPR. Противогрибковая и бактерицидная активность бактерий обусловлена синтезированием антибиотиков. Обладает ростостимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания семян.

#### **Свойства ризосферных бактерий *Pseudomonas*:**

- синтезируют индолилуксусную кислоту (гетероауксин) – химическое вещество высокой физиологической активности, влияющее на ростовые процессы всех видов сельскохозяйственных растений), повышает всхожесть и энергию прорастания;

- повышают биодоступность минеральных, органических соединений фосфора (фосфатов, белков, нуклеиновых кислот и др.) и связанных с ними металлов – Mg, Ca, Fe, Zn;

- способствуют усиленному развитию корневой системы растений;

- улучшает минеральное питание растений за счет увеличения вторичной корневой системы;

- повышают устойчивость растений к стрессам (заморозкам, засухе, высоким температурам);

- обеспечивают повышение урожайности;

- подавляют рост фитопатогенных микроорганизмов (бактерий и

грибов), тормозят развитие вирусных инфекций (вирусной табачной мозаики), гельминтоспориозов;

- поддерживают иммунитет растений путем оздоровления ризосферы;
- снижает стрессовое действие химических препаратов;
- не накапливается в почве и растениях, не влияет на вкус и запах;
- улучшает качество продукции;

Предлагается две схемы применения биопрепаратов в агробιοтехнологиях.

**Алгоритм применения биопрепаратов в Агробιοтехнологии-1 включает:**

1. обработку биопрепаратами семян перед высевом в дозах 2 л/т Грибофита и 3 л/т Имуназота;
2. обработку биопрепаратами почвы перед посевом в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
3. первое опрыскивание биопрепаратами посевов сельскохозяйственных культур в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
4. второе опрыскивание биопрепаратами посевов сельскохозяйственных культур в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
5. обработку биопрепаратами измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур после уборки урожая в дозах 5 л/га Грибофита и 3 л/га Имуназота;
6. заделку обработанной биопрепаратами измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур в почву на глубину 10-12 см;
7. выдерживание (компостирование) обработанной измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур в почве до основной обработки почвы в течение 3-7 недель в зависимости от культуры и погодных условий;
8. проведение основной обработки почвы.

## **Алгоритм применения биопрепаратов в Агробиотехнологии-2**

**включает:**

1. обработку биопрепаратами семян перед высевом в дозах 2 л/т Грибофита и 3 л/т Имуназота;
2. обработку биопрепаратами почвы перед посевом в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
3. первое опрыскивание биопрепаратами посевов сельскохозяйственных культур в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
4. второе опрыскивание биопрепаратами посевов сельскохозяйственных культур в дозах 3 л/га Грибофита и 2 л/га Имуназота;
5. обработку биопрепаратами измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур после уборки урожая в дозах 5 л/га Грибофита и 3 л/га Имуназота + внесение на 1 т измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур после уборки урожая 10 кг д.в. азота;
6. заделку измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур, обработанной биопрепаратами и азотом, в почву на глубину 10-12 см;
7. выдерживание (компостирование) обработанной измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур в почве до основной обработки почвы в течение 3-7 недель в зависимости от культуры и погодных условий;
8. проведение основной обработки почвы.

Биопрепараты не отменяют агротехники, применение минеральных удобрений и агрохимикатов, выполнения агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур. При этом используют общепринятые в регионе технологии возделывания сельскохозяйственных культур. А разработка региональных технологических схем применения биопрепаратов в соответствии с условиями хозяйства, уровнем плодородия и состояния здоровья почв способствуют большей эффективности большинства традиционных агротехнических мероприятий.

Эффективность микробиологических препаратов во многом зависит от соблюдения правил транспортировки, режима, условий их хранения и применения. Необходимо соблюдать условия хранения биопрепаратов для гарантии стабильности заявленных свойств и высокой эффективности. В работе с биопрепаратами необходимо действовать в соответствии с рекомендациями по их применению.

Хранение и транспортировка должны производиться в герметичной таре, вне досягаемости прямых солнечных лучей с соблюдением требований производителя. При хранении при температуре от +2 °С до + 5 °С срок хранения жидкой формы – 3 мес. Температура транспортировки должна быть в пределах от +2 °С до + 25 °С. Температура использования биопрепаратов индивидуальна и определяется физиологическими особенностями микроорганизмов, входящих в их состав.

### **1.1. Обработка семян сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами перед посевом (инокуляция семян)**

Если зараженность семян свыше 25-30 %, то перед их инокуляцией биопрепаратами необходимо провести протравливание пестицидами. При этом необходимо протравливать семена пестицидами заблаговременно до инокуляции семян биопрепаратами: хлорсодержащими – не менее чем за 1 месяц; органическими – не менее чем за 1 неделю; фосфорсодержащими пестицидами – за 1-2 недели.

Если зараженность семян ниже 25 %, тогда инокуляцию микробиологическими препаратами семян можно проводить сразу.

Перед предпосевной обработкой твердотельных семян желательно провести их скарификацию. Скарифика́ция (от лат. *scarifico* – царапаю) – частичное нарушение целостности твёрдой водонепроницаемой оболочки семян с целью облегчения их набухания и прорастания и увеличения процента всхожести. Один из способов скарификации семян при их подготовке к

инокуляции микробиологическими препаратами является ошпаривание кипятком [12]. Возможно, для сельхозпроизводителя данная обработка семян слишком трудоемкая и материально затратная процедура, поэтому является нерациональным приемом и в масштабах производства сложно применима.

Перед использованием биопрепаратов обязательно следует перемешать содержимое ёмкости (канистры, бочки, флакона и пр.) в течение 3 минут, что обеспечивает однородность суспензии и препятствует потере микробной массы, выпавшей в осадок за время хранения.

### **Расчет потребности в биопрепаратах на обработку семян культуры**

Расчет потребности в биопрепаратах на обработку семян культуры проводят исходя из вида культуры, нормы высева, площади посевов.

*Нормы высева сельскохозяйственных культур для различных сельскохозяйственных культур представлены в разделе 1.7 (стр.19-20).*

Например: площадь поля – 50 га, норма высева гречихи – 80 кг/га.

Для обработки семян сельскохозяйственных культур требуется Грибофита 2 л/т и Имуназота 3 л/т. Таким образом, для посева гречихи на поле площадью 50 га необходимо **4 т** (80кг/га · 50га) семян обработать **8 л** Грибофита и **12 л** Имуназота. **8 л** Грибофита + **12 л** Имуназота необходимо развести в 500-600 л воды.

### *Требования к воде и используемой таре для рабочих растворов*

Перед тем, как разводить рабочий раствор из суспензии, водопроводную воду отстаивают не менее суток, так как хлор, содержащийся в ней, губителен для всех живых микроорганизмов. Лучше использовать дождевую или артезианскую воду.

Одним из факторов, определяющих пригодность той или иной среды для микроорганизма, является ее рН, пригодной будет рН в пределах 6,8-7,2. Для получения максимально эффективного раствора желательно брать теплую (+17-25 °С) и мягкую воду. При высокой температуре воды микроорганизмы могут погибнуть.

Рабочие растворы готовят в эмалированных (без повреждения эмали), стеклянных или пластмассовых емкостях путем перемешивания суспензии и воды. Разведение проводят в соотношении (Грибофит +Имуназот): вода = 20-24. Оптимально после размешивания подождать 20 минут, а затем приступать к обработке.

Рабочие растворы необходимо использовать сразу после приготовления, так как бактерии, нанесенные на поверхность семян, быстро гибнут – уже через 5-6 часов после обработки их количество уменьшается вдвое. Если инокулированные биопрепаратом семена не были внесены в почву в тот же день, их снова необходимо обработать в день посева.

Инокуляцию семян биопрепаратами проводят либо ручным способом (перелопачивание), либо механизированным, в этом случае можно использовать машины для протравливания, предварительно очищенные от ядохимикатов.

После предпосевной инокуляции семян биопрепаратами следует провести подсушивание семян для избежания их слипания в сеялке во избежания просевов на полевым участке.

## **1.2. Обработка почвы микробиологическими препаратами перед посевом**

Так как микроорганизмы очень чувствительны к солнечному свету, обработку почвы микробиологическими препаратами перед посевом лучше проводить в пасмурную погоду, вечером или рано утром.

Обработка почвы перед посевом микробиологическими препаратами Имуназот и Грибофит обеспечивает:

- ускоренное разложение пожнивных остатков и лигнина (от 3 до 6 недель);
- санацию почвы (подавление фитопатогенных организмов в почве и растительных остатках), способствует восстановлению почвенной микрофлоры;
- оструктурирование почвы;

- выравнивание кислотности до оптимальных значений.

### ***Расчет потребности в биопрепаратах на обработку почвы перед посевом***

Расчет потребности в биопрепаратах на обработку почвы перед посевом сельскохозяйственных культур проводят с учетом площади посевов.

Например: площадь поля – 50 га. Для обработки почвы перед посевом зерновых сельскохозяйственных культур, например, гречихи, потребуется Грибофита 3 л/га и Имуназота 2 л/га, а на 50 га необходимо **150 л** (3л/га·50 га) Грибофита и **100 л** (2 л/га·50 га) Имуназота.

*Требования к воде и используемой таре для рабочих растворов смотри на стр. 13.*

Норма расхода рабочей жидкости 200-300 л/га. На 1 га почвы используют 3 л Грибофита и 2 л Имуназота, которые совместно разводят в 200-300 л воды. Оптимально после размешивания подождать 20 минут, а затем приступить к обработке.

Для внесения жидкой формы биопрепаратов на поля непосредственно в почву можно использовать опрыскиватели-подкормщики ОПШ-15, предназначенные для внесения жидкой формы минеральных удобрений, или опрыскивателем ОП-2000/24.

### **1.3. Обработка посевов сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами в период вегетации**

Так как микроорганизмы очень чувствительны к солнечному свету, обработку посевов микробиологическими препаратами лучше проводить в пасмурную погоду, вечером или рано утром.

***Сроки проведения обработки посевов для сельскохозяйственных культур***

**Озимая пшеница:** *первый срок* – в фазу выхода в трубку, *второй срок* – через 2 недели – после выхода в трубку.

**Ячмень:** *первый срок* – кущение, *второй срок* – через 2 недели после выхода в трубку.

**Подсолнечник:** *первый срок* – фаза 3-5 пар лист., *второй срок* – через 2 недели в фазу формирования корзинки.

**Гречиха:** *первый срок* – после образования первого листа и ветвления, *второй срок* – через 2 недели после этого.

**Кормовые бобы:** *первый срок* – после ветвления стебля, *второй срок* – через 2 недели после этого.

**Соя:** *первый срок* – в фазу четвертого тройчатосложного листа, *второй срок* – через 2 недели после этого.

**Расчет потребности в биопрепаратах на обработку посевов сельскохозяйственных культур в период вегетации** проводят, исходя из площади посевов. Например: площадь поля – 50 га.

Для обработки посевов сельскохозяйственных культур потребуется по 3 л/га Грибофита и по 2 л/га Имуназота на поле площадью 50 га, а именно: **150 л** (3 л/га · 50 га) Грибофита и **100 л** (2 л/га 50 га) Имуназота в *первую обработку* и столько же во *вторую обработку*.

*Требования к воде и используемой таре для рабочих растворов смотри на стр. 13.*

Норма расхода рабочей жидкости 200-300 л/га. На опрыскивание посевов сельскохозяйственных культур в период вегетации сельскохозяйственных культур на 1 га используют 3 л Грибофита и 2 л Имуназота, которые совместно разводят в 200-300 л воды, как в *первую обработку* и столько же во *вторую обработку*.

Оптимально после размешивания подождать 20 минут, а затем приступить к обработке.

Для внесения жидкой формы биопрепаратов на поля при опрыскивании сельскохозяйственных растений в период их вегетации можно использовать опрыскиватели-подкормщики ОПШ-15, предназначенные для внесения жидкой формы минеральных удобрений.



#### **1.4. Обработка измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур микробиологическими препаратами после уборки урожая и заделка её в почву**

Измельчение побочной продукции возделываемой культуры можно проводить непосредственно в период уборки. Побочная продукция во время уборки зерновых и зернобобовых культур, кукурузы, подсолнечника измельчается и равномерно распределяется по поверхности почвы при помощи комбайновых измельчителей ПУН-5, ПУН-6, ИСН и др. к комбайнам СК «Нива» и СК-6 «Колос», СК-5М-1 «Нива», СКП-5М-1 «Нива» или к комбайну «Дон-1500», обеспечивающих удовлетворительную степень измельчения (8-10 см) и распределение по ширине убранной полосы. Распределение резанной соломы (стеблей) по поверхности почвы производится на ширину жатки комбайна. Для получения наибольшего эффекта от применения измельченной побочной продукции неравномерность распределения резки не должна превышать 25%.

При отсутствии измельчителей, а также на малоконтурных полях со сложной конфигурацией и рельефом приемлема, так называемая *раздельная технология* измельчения побочной продукции. По *раздельной технологии* побочная продукция укладывается в валок при уборке культуры, затем подбирается из валка, измельчается, равномерно распределяется по поверхности почвы. Для этих целей используются самоходные и прицепные кормозаготовительные машины КСК-100, КПКУ-75, КС-1,8 и др. Для этих целей используют также косилку универсальную КУФ-1,8, мульчирователь KUNN RM 210, измельчитель ЗИС-2,0.

Преимущество раздельной технологии заключается в том, что при укладке соломы в валки повышается производительность зерноуборочных комбайнов, разделяются по времени операции по уборке зерна и соломы. При этом исключаются операции по сволакиванию копен и скирдованию соломы, а также по уборке стеблей кукурузы и подсолнечника. Солома и стебли в валках подсыхают. И их измельчают в удобное время.

*Расчет потребности в биопрепаратах на обработку измельченной побочной продукции (солома, стебли и т.п.) сельскохозяйственных культур после уборки урожая перед заделкой в почву проводят с учетом площади посевов.*

Для обработки измельченной побочной продукции (солома, стебли и т.п.) сельскохозяйственных культур после уборки и её измельчения потребуется 5 л/га Грибофита и по 3 л/га Имуназота. На опрыскивание измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур перед заделкой в почву на поле площадью 50 га потребуется **250 л** (5 л/га · 50 га) Грибофита и **150 л** (3 л/га · 50 га) Имуназота.

*Требования к воде и используемой таре для рабочих растворов смотри на стр. 13.*

Норма расхода рабочей жидкости 200-300 л/га. На опрыскивание измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур перед заделкой в почву на **1 га** используют **5 л** Грибофита и **3 л** Имуназота, которые совместно разводят в 200-300 л воды (баковая смесь).

Оптимально после размешивания подождать 20 минут, а затем приступить к обработке.

Для внесения жидкой формы биопрепаратов на поля при опрыскивании измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур перед заделкой в почву можно использовать опрыскиватели-подкормщики ОПШ-15, предназначенные для внесения жидкой формы минеральных удобрений, а также опрыскиватель ОП-2000/24, предназначенный для обработки сельскохозяйственных культур (сплошного сева и пропашных) жидкими химическими и микробиологическими препаратами против комплекса сорняков, вредителей и болезней, а также внекорневых подкормок и др.

При **агротехнологии-2** вносится еще азот из расчета 10 кг д.в. на 1 т измельченной побочной продукции в виде аммиачной селитры ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) из расчета 28,6 кг на 1 т измельченной побочной продукции. Внесение аммиачной селитры проводится навесным разбрасывателем РН-0,8,

После обработки биопрепаратами или биопрепаратами с азотом измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур их сразу надо заделать в почву дисковыми боронами БДУ-2,5Н, БД-2,4х2, БДМ-6х2П на глубину 10-12 см.

8. Сроки выдержки компостируемой массы ((измельченная побочная продукция + биопрепараты) или (измельченная побочная продукция + биопрепараты без или с 10 кг д.в. азота на 1 т побочной продукции)) до проведения основной обработки почвы составляют от 3 до 7 недель в зависимости от культуры и погодных условий.

**1.5. Рекомендуемые культуры:** озимая пшеница, яровой ячмень, гречиха, соя, кормовые бобы, подсолнечник, кукуруза.

**1.6. Эколого-экономическая эффективность:** использование методических рекомендаций позволит улучшить гумусное, биологическое, структурное состояние почвы, снизить токсичность почвы до уровня нормы или стимуляции роста и развития культур, согласно градации по методике определения токсичности почвы (табл.1), способствует подавлению почвенных фитопатогенов, увеличению скорости трансформации растительных остатков, улучшению здоровья почвы, направлена на обеспечение воспроизводства плодородия почвы, повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 20-50 % и продуктивности севооборотов на 32-45 % в условиях недостаточного количества органических (навоза) удобрений при изменяющихся погодных условиях.

**1.7. Справочные материалы. Нормы высева сельскохозяйственных культур**

**Подсолнечник масличный – сорт «Имерия»**

Норма высева подсолнечника масличного на семечки зависит от величины семян и запланируемой густоты стояния растений и составляла – 6-

10 кг/га. Посев культуры проводят пунктурным способом с междурядьями 70 см пневматическими сеялками СУПН-8, СКПП-12 и СПГ-6 МФ с боронами и шлейфами.

### **Гречиха – сорт «Деметра»**

Способы посева и норма высева гречихи производят двумя способами рядовым (рядами с расстоянием 15 см) и широкорядным (с междурядьями – 45 см). Норма высева зависит от сорта и климатических условий. Обычная норма высева гречихи – 50-80 кг/га. В нашем случае норма высева семян гречихи сорта «Деметра» при рядовом способе составляла 4,5-5,0 млн. всхожих семян на гектар.

### **Ячмень – сорт «Суздалец»**

Стандартная норма высева ячменя на 1 га составляет 165-215 кг. Этот объем составляет приблизительно – 3,5-4 млн. зерен. Сорта, склонные к кущению и полеганию, высевают меньшими объемами. Для отдельных зон земледелия установлены ориентировочные нормы высева ячменя. Для зоны лесостепи и западных областей – 4,5-5,0 млн. зерен на гектар. В нашем случае норма высева составляла – 5,0 млн. на 1 гектар или 180 кг/га. Это примерные нормы, они подлежат уточнению в зависимости от агротехнических и почвенных условий местности. При благоприятных условиях можно брать минимальные нормы.

### **Озимая пшеница – сорт «Леонида»**

Оптимальная норма посева озимой пшеницы большинства сортов составляет 160-250 кг/га. Сорт «Леонида» включен в Госреестр по Центрально-Черноземному региону. Рекомендован для возделывания в Курской и Орловской областях. Норма высева составляет 3,5-4,0 млн. всхожих семян на 1 гектар.

Превышение нормы высева пшеницы большинства сортов снижает урожайность, получаемое зерно удорожается за счет применения пестицидов для борьбы с болезнями. На поздних сроках норму высева нужно повышать на

10-15 % для формирования на единице площади оптимального количества продуктивных стеблей.

### **Соя – сорт «Казачка»**

Норма высева всхожих семян на 1 га: при рядовом посеве 90-110 кг; при ширококорядном посеве 80-100 кг. В нашем случае норма высева составляла 100 кг/га при рядовом посеве. Сорт сои «Казачка» предназначен для почв высокого и среднего уровня плодородия, обладает высокими адаптивными свойствами к жаре и засухе, генетически защищен от основных болезней. В исследованиях (Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сои в условиях черноземов обыкновенных // «Живые и биокосные системы», 2017. № 22; URL:<http://WWW.jbks.ru/archive/issue-22> (article-4), установлено, что лучший показатель окупаемости 1 кг удобрений прибавкой урожая получен на отвальной обработке при норме высева 0,7 млн. шт/га.

### **Кормовые бобы – сорт «Ранние стрелецкие»**

Кормовые бобы высевают в ранние сроки преимущественно рядовым способом с нормой высева 500-600 тыс. семян/га. На засоренных площадях применяют ширококорядные посевы (45 см) при норме высева 400-500 тыс. семян/га.

Норма посева семян бобов зависит от крупности, способа посева, использования (для производства семян или силоса), степени окультуренности почвы и ее влажность. Оптимальной нормой посева кормовых бобов при ширококорядном способе в производственных условиях является 30-40 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup> или в среднем 120-160 кг/га, а при обычном рядовом способе посева – 40-60 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup> или 200-260 кг/га. Небольшие нормы посева оправдываются, если необходимо срочно размножить семенной материал, особенно дефицитных сортов.

Норма и способ посева влияют на созревание бобов и качество урожая. По многолетним наблюдениям, более равномерно растения созревают при загущенном посеве, когда у них сравнительно мало боковых побегов (1,5-3,0 % от общей массы растений), в то время как на более изреженных посевах их

много (35-45 %). Боковые побеги растут дольше и к уборке не вызревают. Урожай бобов и их качество зависит от густоты, чем от способа посева.

**1.8. Потребители:** сельскохозяйственные товаропроизводители всех организационно-правовых форм собственности, специалисты в области растениеводства, агрохимии и земледелия.

Возможно использование данных агробiotехнологий в научно-исследовательских центрах, занимающихся разработкой широкого комплекса биологических препаратов, в соответствии с развитием нового научного направления по применению биологических технологий в сельском хозяйстве.

## **2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **2.1. Объекты и условия проведения исследований**

В 2018-2021 годах нами проведены полевые экспериментальные исследования на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская обл., Медвенский р-н, с. Панино) в стационарном полевом опыте по применению биопрепаратов, заложенном в 2018 году [11]. Объектом исследований был чернозем типичный тяжелосуглинистый слабоэродированный, сформированный на лессовидных отложениях суглинистого гранулометрического состава.

Научные исследования проводились по изучению влияния биологических препаратов Грибофит и Имуназот на гумусное, биологическое и структурное состояние чернозема типичного слабоэродированного, урожайность сельскохозяйственных культур и трансформацию их растительных остатков. Опыт заложен в 2018 году на склоне северной экспозиции на двух полях общей площадью 1,5 га в зерновом (поле 1) и зернопропашном (поле 2) севооборотах в соответствии с общепринятыми методиками [13], [14] в трехкратной повторности. В 2018 году на поле 1 возделывался яровой ячмень (сорт Суздалец), на поле 2 – подсолнечник масличный (гибрид Имерия КС). Предшественником данных культур являлась озимая пшеница, размещаемая по чистому пару. В 2019 году на поле 1 высевалась гречиха (сорт Деметра), на поле 2 – яровой ячмень (сорт Суздалец). В 2020 году на поле 1 выращивались кормовые бобы (сорт Стрелецкие), на поле 2 – соя (сорт Казачка). Варианты полевого опыта представлены в таблицах 1, 2. В 2021 году на поле 1 была высеяна озимая пшеница (сорт Леонида), на поле 2 – гречиха (сорт Деметра).

В качестве азотных минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, в качестве биопрепаратов – Грибофит и Имуназот. Обработку измельченных растительных остатков биопрепаратами проводили

опрыскивателем ОП-2000/24, внесение аммиачной селитры – навесным разбрасывателем РН-0,8, заделку измельченных растительных остатков в почву – дисковыми боронами на глубину 10-12 см.

Таблица 1

**Варианты полевого опыта, поле 1 (зерновой севооборот: ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница)**

№	Вариант
1	Контроль – измельченная побочная продукция сельскохозяйственной культуры (без обработки биопрепаратами)
2	Измельченная побочная продукция + 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции
3	Обработка семян биопрепаратами (Грибофитом (2 л/т) + Имуназотом (3 л/т))+ обработка биопрепаратами почвы перед посевом (Грибофитом (3 л/га) + Имуназотом (2 л/га)) + обработка биопрепаратами (Грибофитом (3 л/га) + Имуназотом (2 л/га)) посевов 2 раза в течение вегетации + после уборки урожая обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га)) и заделка в почву (агробиотехнология-1)
4	Агробиотехнология-1 + 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции (агробиотехнология-2)

Примечания

1 Заделка соломы в слое – 10-12 см.

2 Делянка размером – 40 м×12 м.

3 Повторность – 3.

4 Срок экспозиции – 30-60 дней.

5 Количество делянок –12.

Таблица 2

**Варианты полевого опыта, поле 2 (зернопропашной севооборот: подсолнечник – ячмень – соя – гречиха)**

№	Вариант
1	Контроль – измельченная побочная продукция сельскохозяйственной культуры (без обработки биопрепаратами)
2	Измельченная побочная продукция + 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции
3	Обработка семян биопрепаратами (Грибофитом (2 л/га) + Имуназотом (3 л/га)) + обработка биопрепаратами почвы перед посевом (Грибофитом (3 л/га) + Имуназотом (2 л/га)) + обработка биопрепаратами (Грибофитом (3 л/га) + Имуназотом (2 л/га)) посевов 2 раза в течение вегетации + после уборки урожая обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га)) и заделка в почву (агробиотехнология-1)
4	Агробиотехнология-1 + 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции (агробиотехнология-2)

Примечания те же, что в таблице 1.



**Учетная площадь** **делянок составляла 380 м<sup>2</sup> (10×38)**. На контрольном варианте и варианте с азотом технология возделывания культур – общепринятая для региона, на остальных вариантах – предложенные нами агробιοтехнологии.

Почва в опыте – чернозем типичный тяжелосуглинистый малогумусный на лессовидном карбонатном суглинке. В слое 0-10 см почвы поля 1 содержится: гумуса – 5,27-5,40 %; щелочногидролизующего азота – 16,01-16,58 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 13,3-16,2 мг/100 г почвы; обменного калия – 11,1-13,9 мг/100 г почвы; обменного кальция – 21,8-22,2 ммоль/100 г почвы, реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной, рН<sub>N<sub>2</sub>O</sub> – 6,3-6,5. В слое 10-20 см почвы поля 1 содержится: гумуса 5,17-5,55 %; щелочногидролизующего азота – 15,79-16,83 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 12,9-15,6 мг/100 г почвы; обменного калия – 10,3-12,9 мг/100 г почвы; обменного кальция – 21,8-22,7 ммоль/100 г почвы, реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной, рН<sub>N<sub>2</sub>O</sub> – 6,4-6,5. В слое 0-10 см почвы поля 2 содержится: гумуса – 5,02-5,38 %; щелочногидролизующего азота – 15,86-16,73 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 12,0-12,9 мг/100 г почвы; обменного калия – 9,8-11,1 мг/100 г почвы; обменного кальция – 21,8-22,7 ммоль /100 г почвы, реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной, рН<sub>N<sub>2</sub>O</sub> – 6,4-6,6. В слое 10-20 см почвы поля 2 содержится: гумуса 4,95-5,38 %; щелочногидролизующего азота – 15,50-16,00 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 9,4-10,5 мг/100 г почвы; обменного калия – 7,7-12,3 мг/100 г почвы; обменного кальция – 22,2-22,7 ммоль /100 г почвы, реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной, рН<sub>N<sub>2</sub>O</sub> – 6,4-6,6.

В работе определяли содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации Б.Н. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С. Орлову и Н.М. Гриндель (Никитин, 1972, 1983), негумифицированного органического вещества – методом монолитов с последующим отмыванием на ситах (Доспехов и др., 1987), углерода микробной биомассы – регидратационным методом (Благодатский и др., 1987), содержание и состав

подвижных гумусовых веществ – в 0,1 н вытяжке NaOH из почвы без декальцирования в модификации Почвенного института им. В.В. Докучаева (Рекомендации..., 1984) с предварительным компостированием, фитотоксичность – по международному стандарту ISO 11269-2:2012, абсолютным контролем являлись результаты, полученные при использовании дистиллированной воды, целлюлозолитическую активность почвы (Мишустин и др., 1987), скорость эмиссии CO<sub>2</sub> (дыхание почвы) – оценивали по концентрации диоксида углерода в воздухе (портативными газоанализаторами 7752, ПКУ – 4), влажность – термостат-весовым методом (Вадюнина, Корчагина, 1986), плотность почвы – буровым методом (Вадюнина, Корчагина, 1986), твердость почвы (твердомером Soil Compaction Tester), структурно-агрегатный состав почвы – по методу Н.И. Саввинова – сухое и мокрое просеивание (Вадюнина, Корчагина, 1986), азот общий – по Кьельдалю (ГОСТ Р 58596-2019), азот щелочногидролизуемый – по Корнфильду (Александрова, Найденова, 1986), pH – потенциометрически в 1.0 н KCl вытяжке (ГОСТ 26487-85), обменные кальций и магний – по ГОСТу 26487-85, фосфор и калий подвижный – по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), проводили учет численности микроорганизмов (Емцев, Мишустин, 2005).

## **2.2. Применяемые микробиологические препараты, их характеристика**

В качестве биопрепаратов использовали **Грибофит** и **Имуназот** (*подробно изложено в разделе 1, на стр.8-10*).

## **2.3. Эффективность применения биопрепаратов**

### **2.3.1. Урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборотов**

Применение данных биопрепаратов указанным ниже способом способствует повышению *урожайности* по сравнению с контролем (без

биопрепаратов) в среднем озимой пшеницы на 30-40 %, ячменя ярового – на 10-20 %, гречихи – на 10-30 %, сои – на 15-30 %, кормовых бобов – на 20-50 %, подсолнечника – на 20-50 % в зависимости от гидротермических условий года.

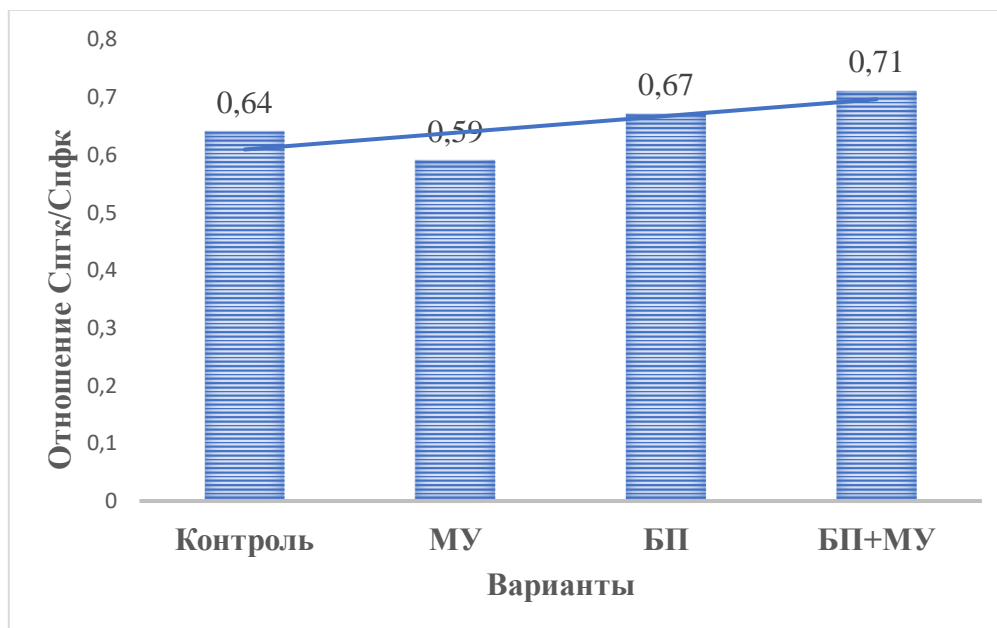
**Продуктивность** зернового и зернопропашного севооборотов значимо выше по сравнению с контролем при обработке биопрепаратами Грибофит и Имуназот семян и почвы перед посевом, два раза посевов во время вегетации и измельченной побочной продукции перед заделкой в почву биопрепаратами без и с азотом в зерновом севообороте, соответственно, на 41,0 % и 44,6 %, в зернопропашном – на 31,6 и 44,5 %.

### 2.3.2. Гумусное состояние черноземов

Применение биологических препаратов, включающих обработку биопрепаратами Грибофитом (Г) и Имуназотом (И) семян перед высевом в дозах 2 л/га Г и 3 л/га И, почвы перед посевом в дозах 3 л/га Г и 2 л/га И, измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур после уборки урожая в дозах 5 л/га Г и 3 л/га И и заделку её в почву без или с 10 кг д.в. азота на 1 т, за три года эксперимента в звене зернопропашного севооборота (подсолнечник-ячмень-соя) способствовало значимому **увеличению запасов углерода гумуса** в слое почвы 0-20 см на **0,73 т/га и 0,91 т/га**, то есть то есть усилению процессов почвенной секвестрации углерода. Внесение измельченных растительных остатков сельскохозяйственных культур в почву в 2018-2020 гг. без (контроль) или с азотными удобрениями обеспечивало только *сохранение запасов углерода гумуса* в почве [12].

Сохранение или увеличение запасов углерода гумуса за 2018-2020 гг. в слое почвы 0-20 см обусловлено **повышением запасов углерода подвижных гумусовых веществ** при заделке измельченных растительных остатков (контроль) – на 46 %, совместно с азотом – на 62 %; с биопрепаратами – на 78 %; а при сочетании биопрепаратов с азотными удобрениями – на 75 %.

Выявлена тенденция к увеличению соотношения углерода подвижных гуминовых кислот к углероду подвижных фульвокислот, характеризующего *качество подвижных гумусовых веществ*, в слое почвы 0-20 см в вариантах с биопрепаратами или при их сочетании с азотными удобрениями.



(**Контроль** – измельченная побочная продукция (ПП); **МУ** – измельченная побочная продукция + 10 кг д.в. N на 1 т продукции; **БП** – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га); **БП+МУ** – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) + 10 кг д.в. N на 1 т продукции)

**Рисунок 1 – Качество подвижных гумусовых веществ (Spгк/Spфк) в черноземе типичном слабородированном при внесении биопрепаратов**

Применение биологических препаратов без или с азотными удобрениями способствовало *увеличению* в почве средних за весенне-летне-осенний период запасов углерода *микробной биомассы*, выступающей важнейшим компонентом активной фракции органического вещества почвы, на 15,5-22,1 % по сравнению с контролем.

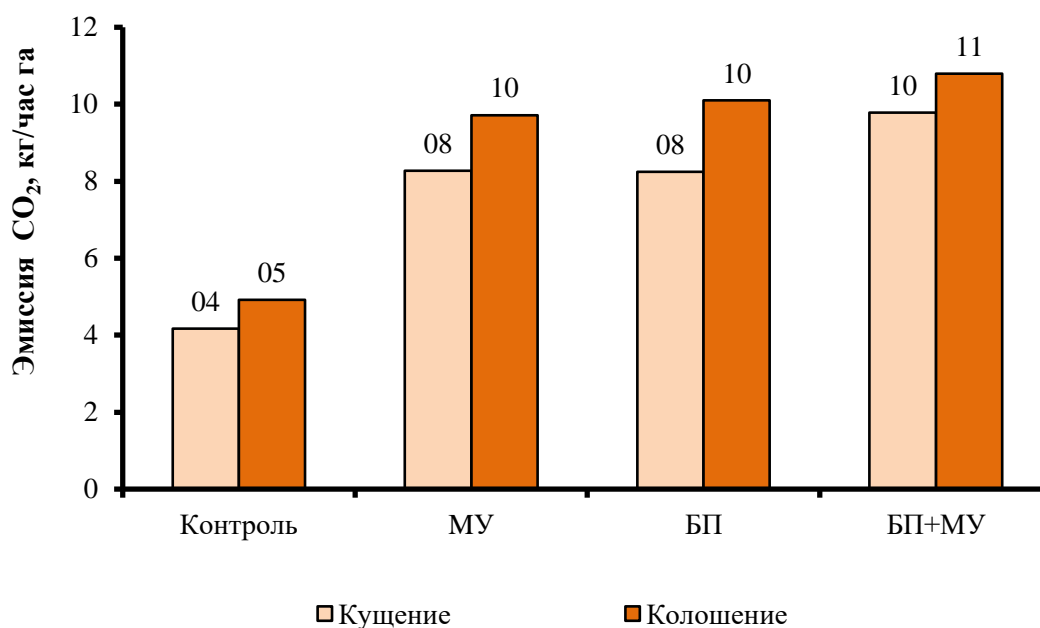
Изменения в компонентном составе органического вещества почвы при применении биологических препаратов без или в сочетании с азотными удобрениями в основном происходили в лабильной его части, при этом *увеличивалась доля подвижных гумусовых веществ, подвижных гуминовых*

*кислот, подвижных фульвокислот, микробной биомассы, негумифицированного органического вещества.*

### 2.3.3. Биологическое состояние черноземов

Применение микробиологических препаратов способствовало по сравнению с контролем:

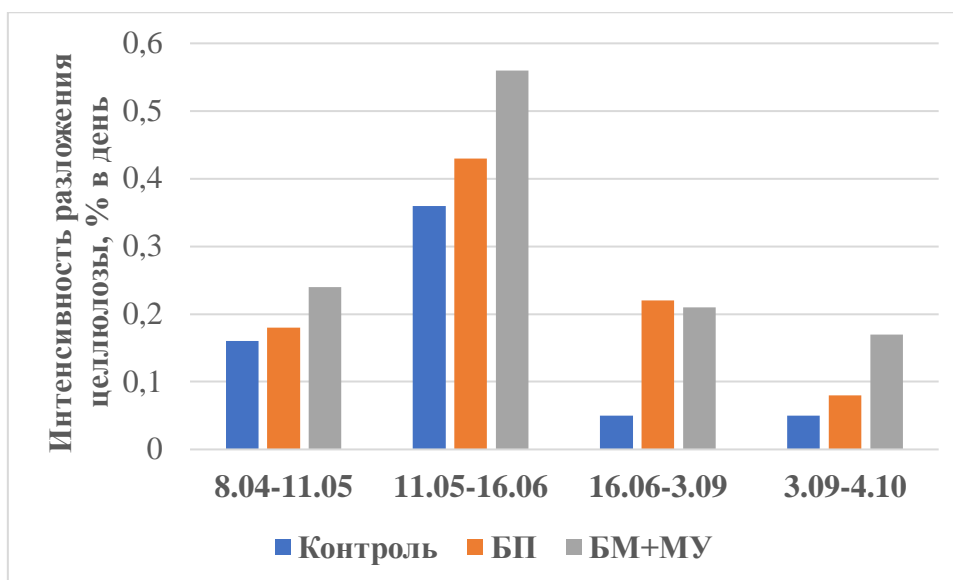
а) Увеличению эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы в периоды всходов, колошения, цветения, уборки урожая сельскохозяйственных культур (рис.2). Эмиссия  $\text{CO}_2$  из почвы является показателем напряженности микробиологических процессов в почве и интенсивности минерализации органического вещества.



(**Контроль** – измельченная побочная продукция (ПП); **МУ** – измельченная побочная продукция + 10 кг д.в. N на 1 т продукции; **БП** – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га); **БП+МУ** – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) + 10 кг д.в. N на 1 т продукции)

**Рисунок 2 – Эмиссия  $\text{CO}_2$  (дыхание) почвы в посевах озимой пшеницы в фазы кущения и колошения**

б) Увеличению целлюлозолитической активности почвы (рис.3).



(Контроль – измельченная побочная продукция (ПП);

БП – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га); БП+МУ – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) + 10 кг д.в. N на 1 т продукции)

Рисунок 3 – Динамика интенсивности разложения целлюлозы в посевах озимой пшеницы в черноземе типичном слабоэродированном

в) Снижению токсичности почвы до нормы или стимуляции (табл. 3) и подавлению почвенных фитопатогенов, улучшению здоровья почвы.

Таблица 3

Токсичность чернозема типичного слабоэродированного в опыте с биопрепаратами

Культуры	Варианты опыта	Период полных всходов культур		В период уборки культур	
		ИТФ	Класс токсичности	ИТФ	Класс токсичности
1	2	3	4	5	6
Соя	Контроль – измельченная побочная продукция (ПП)	0,88	<b>IV – низкая токсичность</b>	0,75	<b>IV – низкая токсичность</b>
	ПП + 10 кг д.в. N на 1 т продукции (МУ)	1,00	V – норма	0,93	V – норма
	Обработка семян биопрепаратами + обработка биопрепаратами почвы перед посевом + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетации + обработка ПП биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) перед заделкой в почву (агробиотехнология-1) (БП)	1,10	V – норма	0,97	V – норма
	Агробиотехнология-1+ 10 кг д.в. N на 1 т соломы (агробиотехнология-2) (БП+МУ)	1,06	V – норма	1,02	V – норма

Продолжение таблицы 3

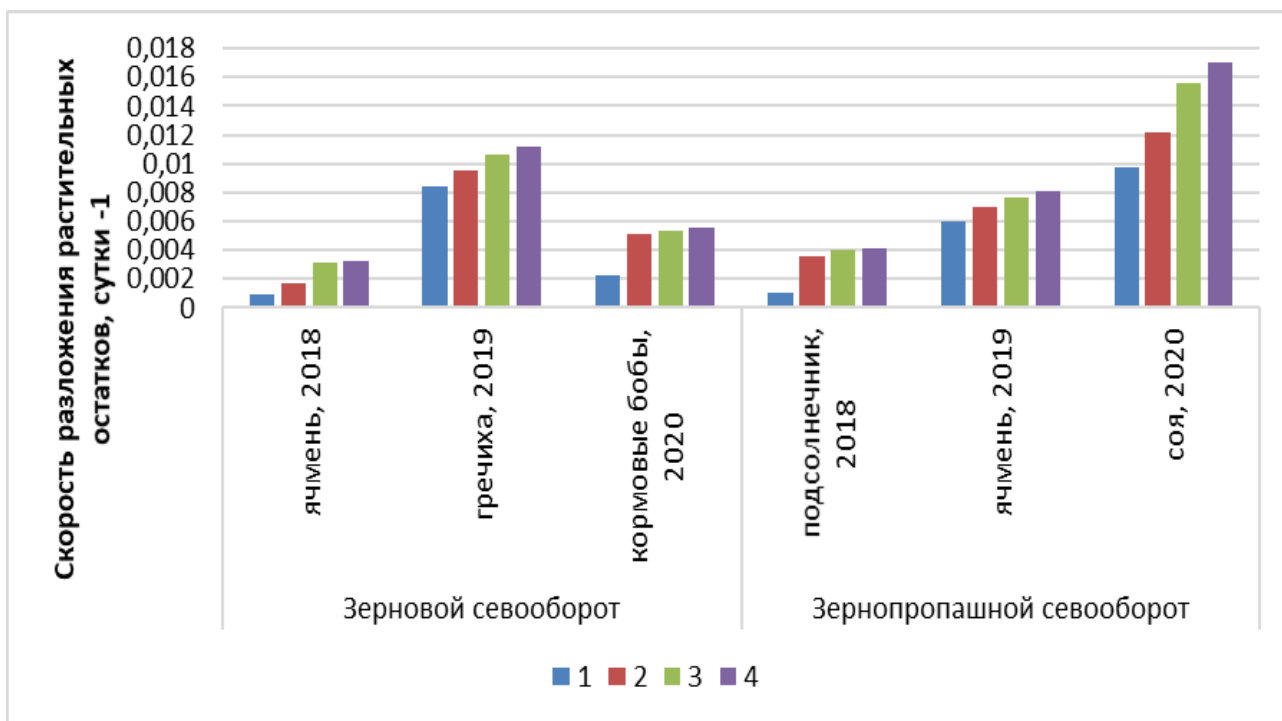
1	2	3	4	5	6
Кормовые бобы	Контроль – измельченная побочная продукция (ПП)	0,91	V – норма	0,87	<b>IV – низкая токсичность</b>
	ПП + 10 кг д.в. N на 1 т продукции (МУ)	0,99	V – норма	1,06	V – норма
	Обработка семян биопрепаратами + обработка биопрепаратами почвы перед посевом + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетации + обработка ПП биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) перед заделкой в почву (агробиотехнология-1) (БП)	1,08	<b>V – норма</b>	1,10	<b>V – норма</b>
	Агробиотехнология-1+ 10 кг д.в. N на 1 т соломы (агробиотехнология-2) (БП+МУ)	1,13	<b>VI – стимуляция</b>	1,05	<b>V – норма</b>

Примечание – ИТФ – индекс токсичности оцениваемого фактора.

#### 2.3.4. Трансформация растительных остатков сельскохозяйственных культур в почве

Впервые нами было изучено разложение не только обработанной биопрепаратами или минеральными удобрениями измельченной побочной продукции (ПП), но и смешанных с ней в почве пожнивно-корневых остатков, так, как это происходит на полях в производстве.

Применение микробиологических препаратов без и с азотными удобрениями способствовало по сравнению с контролем увеличению степени и скорости разложения измельченной побочной продукции (рис.4). Скорость разложения растительных остатков изучаемых сельскохозяйственных культур изменяется в зависимости от вида культуры, внесения биопрепаратов и азотных минеральных удобрений. При применении биопрепаратов растительный пул сои в данных условиях был быстроразлагаемым, а на контроле и варианте с N – медленно разлагаемым. Растительный пул кормовых бобов в данных условиях был медленно разлагаемым, однако при обработке их измельченной побочной продукции биопрепаратами скорость их разложения была в 2,3-2,4 раза выше, чем на контроле.



1 – измельченная побочная продукция (Контроль); 2 – измельченная побочная продукция + 10 кг д.в. N на 1 т продукции; 3 – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га); 4 – обработка измельченной побочной продукции биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) + 10 кг д.в. N на 1 т продукции

**Рисунок 4 – Скорость разложения растительных остатков при применении биопрепаратов в черноземе типичном слабоэродированном в слое 0-20 см**

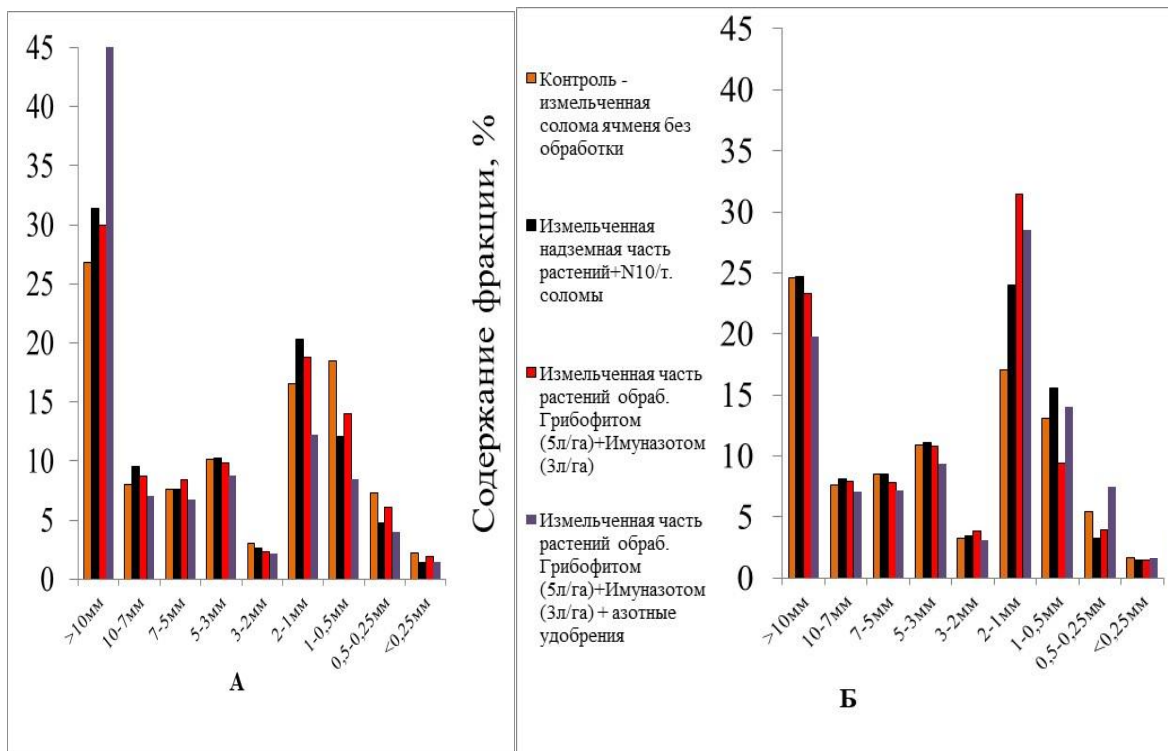
В пахотном слое почвы скорость разложения растительных остатков сильно прямо связана с содержанием и качеством подвижных гумусовых веществ ( $r=0,78-0,89$ ) и гидротермическим коэффициентом ( $r=0,93-0,96$ ).

### 2.3.5. Структурное состояние черноземов

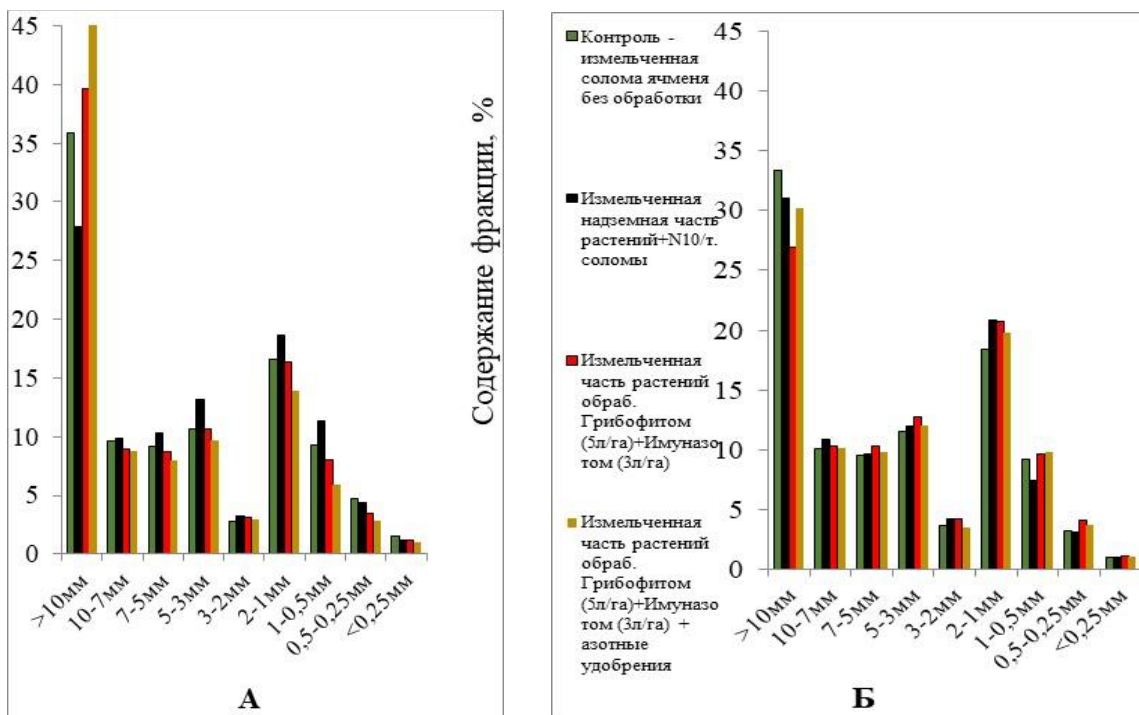
Заделка растительных остатков сельскохозяйственных культур в почву с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га), как без добавления азотных удобрений, так и с ними, и их разложение способствовали улучшению структурно-агрегатного состояния чернозема типичного слабоэродированного в слое 0-20 см (рис.5; рис.6; табл.4):

- а) повышению количества агрономически ценных фракций 2-1 мм,
- б) снижению фракции <0,25 мм,
- в) увеличению коэффициента структурности,
- г) повышению водопрочности агрегатов.





**Рисунок 5 – Структурно-агрегатный состав (сухое просеивание) чернозема типичного в слое 0-10 см: А – до внесения, Б – через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков ячменя**



**Рисунок 6 – Структурно-агрегатный состав (сухое просеивание) чернозема типичного в слое 10-20 см: А – до внесения, Б – через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков ячменя**

**Оценка водопрочности почвенной структуры чернозема  
типичного слабоэродированного**

Вариант	Слой, см	Сумма водопрочных агрегатов			
		до внесения растительных остатков ячменя в почву		через 48 дней после заделки в почву растительных остатков ячменя	
		%	Оценка	%	Оценка
Контроль – измельченная солома гречихи без обработки	0-10	55	хорошая	54	хорошая
	10-20	60	хорошая	57	хорошая
Измельченная солома гречихи +10 кг д.в. N на 1 т	0-10	56	хорошая	58	хорошая
	10-20	57	хорошая	57	хорошая
Измельченная солома гречихи, обработанная Грибофитом 5 л/га) + Имуназотом (3 л/га)	0-10	58	хорошая	61	<b>отличная</b>
	10-20	54	хорошая	58	хорошая
Измельченная солома гречихи, обработанная Грибофитом 5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + 10 кг д.в. N на 1 т соломы	0-10	60	хорошая	63	<b>отличная</b>
	10-20	63	<b>отличная</b>	66	<b>отличная</b>

### 2.3.6. Состояние здоровья почвы

Установлено, что применение микробиологических препаратов без и с азотными удобрениями с 2018 по 2021 гг. способствовало по сравнению с контролем улучшению состояния здоровья почвы. Состояние здоровья почвы определяли по комплексному показателю, учитывающему степень и направленность его изменения в пахотном слое с 2018 по 2021 гг. при разных агротехнологиях (на вариантах опыта) по содержанию гумуса, его балансу, количеству микробной биомассы, негумифицированного органического вещества, фитотоксичности почв.

Воздействие с 2018 по 2021 гг. общепринятой для региона технологии с внесением измельченной побочной продукции (агротехнологии) на изменение состояния здоровья было *удовлетворительным*, комплексный показатель изменения состояния здоровья почвы (Ккомп) составлял 10,0 % (таблица 5).

Удовлетворительная оценка комплексного показателя свидетельствует о том, что большинство значений показателей состояния здоровья почвы осталось на прежнем уровне и не было ухудшения некоторых показателей.

Воздействие агробиотехнологии-1, включающей общепринятую для региона технологию с внесением измельченной побочной продукции агротехнологию + обработку биопрепаратами Грибофит (Г) и Имуназот (И) семян (2 л/т Г и 3 л/т И), почвы перед посевом (3 л/га Г + 2 л/га И), посевов (3 л/га Г + 2 л/га И) два раза в течение вегетации, а также после уборки урожая обработку измельченной побочной продукции биопрепаратами (5 л/га Г + 3 л/га И) и заделка её в почву, с 2018 по 2021 гг. на изменение показателей состояния здоровья было *хорошим* ( $K_{\text{комп}}=18,0$  %). Хорошая оценка комплексного показателя свидетельствует о том, что большинство показателей состояния здоровья значительно увеличились за данный период.

Таблица 5

**Оценка агротехнологий на вариантах опыта по изменению состояния здоровья почвы за 2018-2021 гг. по комплексному показателю ( $K_{\text{комп}}$ )**

Вариант опыта, агротехнология	$K_{\text{комп}}$ , %	Оценка
Контроль – измельченная побочная продукция (ПП) (агротехнология)	10,0	удовлетворительная
Обработка семян биопрепаратами + обработка биопрепаратами почвы перед посевом + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетации + обработка ПП биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га) перед заделкой в почву (агробиотехнология-1)	18,0	хорошая
Агробиотехнология-1 + 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология-2)	24,0	отличная

Воздействие агробиотехнологии-2, включающей агробиотехнологию-1 + азот из расчета 10 кг д.в. на 1 т побочной продукции перед заделкой в почву, с 2018 по 2021 гг. на изменение показателей состояния здоровья почвы было

*отличным* ( $K_{\text{комп}}=24,0\%$ ). Отличная оценка комплексного показателя свидетельствует о том, что больше 60 % показателей состояния здоровья почвы за данный период значимо и высоко значимо улучшились.

### **2.3.7. Экономическая эффективность**

Расчеты экономической эффективности применения биопрепаратов Грибофита и Имуназота на посевах зерновых культур (гречихи, ячменя и озимой пшеницы) показали, что условно чистый доход при внесении биопрепаратов по сравнению с контролем (измельченная побочная продукция) был выше по ячменю на 507,1 руб./га, по гречихе – на 3077,6 руб./га, по озимой пшенице – на 13930,0 руб./га. Уровень рентабельности применения биопрепаратов был выше, чем на контроле, в зависимости от вида культуры на 25,0-109,3 %,

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семёнов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
2. Масютенко, Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах и системы его воспроизводства / Н.П. Масютенко. – М.: Россельхозакадемия, 2012. – 150 с.
3. Когут, Б.М. Дегумусирование и почвенная секвестрация углерода / Б.М. Когут, В.М. Семёнов, З.С. Артемьева, Н.Н. Данченко // *Агрохимия*. – 2021. – №5. – С. 3-13. DOI: 10.31857/S0002188121050070
4. Кирюшин, В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев и др. // М.: Изд-во МСХА, 1993. – 99с.
5. Semenov, V.M. Plant Residues Decomposition and Formation of Active Organic Matter in the Soil of the Incubation Experiments / Semenov V.M., Pautova N.B., Lebedeva T.N et al. // *Eurasian Soil Science*. – 2019. – V. 52. – №. 10. – P. 1183-1194. DOI: org/10.1134/S1064229319100119.
6. Интернет ресурс: URL: <http://government.ru/docs/all/104144/> (дата обращения 10.08.2023).
7. Русакова, И.В. Растительные остатки, сидераты, биопрепараты - важнейшие ресурсы управления плодородием почв / Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. Суздаль-Иваново, Изд-во ФГБНУ "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2020. – С. 83-86.
8. Петров В.Б., Чеботарь А.К. Управление деструкцией и гумификацией пожнивных остатков зерновых культур и использованием микробиологического препарата Экстрасол // *Сельскохозяйственная биология*. – 2012. – № 3. – С. 103-108.
9. Goyal S, Sindhu S.S. Composting of rice straw using different inocula and analysis of compost quality // *Microbiol*. – 2011. –Vol. 4. – P. 126-138.
10. Масютенко, Н.П. К комплексной оценке воздействия агротехнологий на плодородие, здоровье и устойчивость черноземов / Н.П. Масютенко, Н.А. Чуян, М.Н. Масютенко, А.В. Кузнецов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2023. – Т. 37. – № 7 – С. 11-17.
11. Масютенко, Н.П. Влияние биопрепаратов на почвенное органическое вещество, структурное и биологическое состояние чернозема типичного слабоэродированного [Текст]: коллективная монография/ Н.П. Масютенко, А.В. Кузнецов, Н.А. Чуян, М.Н. Масютенко, Г.М. Брескина, Т.И. Панкова, Е.В. Дубовик, М.А. Припутнева, А.А. Окунева. – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2022. – 217 с.
12. Ибатуллина, Р.П. Рекомендации по применению биологических препаратов ООО «НПИ «Биопрепараты» в растениеводстве, кормопроизводстве и животноводстве / Р.П. Ибатуллина, Ф.К. Алимова, А.П. Кожемяков, И.Ю. Крошечкина, Ф.М. Менликиев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2017. – 136 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
14. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 383 с.

**Методические рекомендации по применению микробиологических препаратов на черноземах.** [Текст]: брошюра / Н.П. Масютенко, Н.А. Чуян, А.В. Кузнецов, М.Н. Масютенко, Г.М. Брескина. – Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2023. – 37 с.

Сдано в набор 06.12.23 г. Подписано в печать 11.12.23 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 2.15. Тираж 500 экз. Заказ № 516.

Отпечатано: «Деловая полиграфия»

ИП Бескровный Александр Васильевич

г. Курск, ул. Карла Маркса, 61 Б.

E-mail: zakaz-zachetka@mail.ru