

УДК631.8:631.453:631.445.4

DOI 10.18286/1816-4501-2022-2-25-31

БИОПРЕПАРАТЫ КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Брескина Галина Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агропочвоведения

Масютенко Нина Петровна, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории агропочвоведения

Чуян Наталия Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агропочвоведения

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 305021 г. Курск, улица Карла Маркса, 70^б.

тел. 89207036509, e-mail: breskina-galina@yandex.ru

Ключевые слова: биопрепараты, черноземные почвы, здоровье, токсичность почвы, растительные остатки, удобрения.

Использование пожнивных растительных остатков на удобрение приводит к интоксикации почвы и, следовательно, к ухудшению ее здоровья. Применение полезных микроорганизмов позволяет решить эту проблему. Исследования проводили в 2018-2021 гг. с целью изучения влияния микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот, азотных удобрений по отдельности и в комплексе на снятие фитотоксичного эффекта почвы при внесении растительных остатков на удобрение в зерновом севообороте на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом. Опытное поле расположено в Курской области Медвенского района п. Панино. На всех вариантах опыта всю побочную продукцию использовали на удобрение, на варианте 2 дополнительно вносили азотные удобрения из расчета 10 кг д.в. N на 1 т соломы, на варианте 3 проводили инокуляцию семян, почвы, посевов и солоmistых остатков биопрепаратами Грибофит и Имуназот, на варианте 4 – совместное использование азотных удобрений и биопрепаратов. Определение фитотоксичности почвы проводили по международному стандарту ISO 11269-2:2012, в качестве тест-культуры - семена редиса посевного (*Raphanus sativus* L.). Использование растительных остатков на удобрение в течение четырех лет привело к появлению устойчивого фитотоксичного эффекта почвы, снизив энергию прорастания семян тестовой культуры с 88% до 57%. Использование Грибофит и Имуназот как отдельно, так и совместно с азотными удобрениями способствует не только нормализации экологического состояния почвы, но и ее оздоровлению. Биопрепараты увеличивают энергию прорастания семян тестовой культуры с 11% до 28% по сравнению с абсолютным контролем в зависимости от вида растительных остатков, и индекс оцениваемого фактора увеличивается до 1,27. Применение азотных удобрений с соломой зерновых культур способствовало появлению низкой токсичности 4 класса. Кормовые бобы обладают способностью снижения токсичности почвы, но их действие сохраняется только в период возделывания культуры.

Введение

Понятие «качества и здоровья» почв предложено и сформировано учеными в конце XX века [1]. «Здоровье почвы – способность почвенной биосистемы (педоценоза) в заданных пространственных границах поддерживать продуктивность растений, животных, приемлемое

качество воды и воздуха, а также обеспечивать здоровье людей, животных и растений. Здоровая почва не содержит техногенные радионуклиды, ксенобиотические и природные поллютанты, а также фитопатогенные агенты сверх допустимых санитарно-гигиенических, экологических и фитосанитарных нормативов» [2].

К природным поллютантам относятся фенольные соединения, этилен, органические кислоты и спирты – все эти соединения образуются при разложении соломы [3] и обладают депрессирующим действием на рост и развитие растений [4, 5]. Одним из показателей здоровья почв является ее фитотоксичность [6].

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...» [7], привело к повсеместному применению побочной продукции растениеводства на удобрение. Удаление ее с полей экономически не выгодно [8]. Исследования по применению растительных остатков в качестве органических удобрений ведутся уже несколько десятилетий [9, 10]. В настоящее время имеются разработанные технологии по использованию растительных остатков на удобрение с внесением минерального азота [11, 12], что отрицательно может сказаться на здоровье почв. Необходим поиск альтернативного экологически безопасного способа для снижения токсического эффекта почвы от применения побочной продукции на удобрение.

Цель исследований: изучить влияние микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот, азотных удобрений по отдельности и в комплексе на снятие фитотоксичного эффекта почвы при внесении растительных остатков на удобрение в зерновом севообороте на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2018-2021 гг. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в Курской области Медвенского района с. Панино, в четырехпольном зерновом севообороте (ЗС) «ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница».

Схема опыта включала следующее: вариант 1. измельченные растительные остатки; вариант 2. измельченные растительные остатки + аммиачная селитра из расчета 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции культур; вариант 3. обработка семян биопрепаратами (Грибофит 2л/т + Имуназотом 1,5 л/т) + обработка почвы перед посевами + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетационного периода пре-

паратом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га); после уборки основной продукции - обработка растительных остатков препаратом Грибофит (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га); вариант 4. обработка семян биопрепаратами (Грибофит 2л/т + Имуназотом 1,5 л/т) + обработка почвы перед посевами + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетационного периода препаратом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га); после уборки основной продукции - обработка растительных остатков препаратом Грибофит (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + аммиачная селитра из расчета 10 кг д.в. N на 1 т побочной продукции культур.

Использовали два биопрепарата: Грибофит (водная суспензия, содержащая споры, мицелий гриба *Trichoderma* и продукты его жизнедеятельности) и Имуназот (водная суспензия, содержащая ризосферные бактерии *Pseudomonas* и продукты ее жизнедеятельности). Препараты не токсичны для людей, животных, рыб, пчел, не накапливаются в растениях, почве, не влияют на вкус и цвет выращиваемой продукции.

Обработку семян биопрепаратами проводили за 1 день до посева ранцевым опрыскивателем, затем семена просушивали в затемненном помещении. Обработку почвы, посевов и измельченных растительных остатков перед заделкой проводили опрыскивателем ОП-2000/24. Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10...12 см. Через 40...95 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы на глубину 20...22 см.

Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками [13] в трехкратной повторности. Размещение делянок - систематическое. Общая площадь делянки составляла 600 м² (12×50). Технология возделывания изучаемых культур основывалась на общепринятой в регионе.

На экспериментальных участках из слоя 0...20 см отбирали почвенные образцы три раза за вегетационный период (1 срок – перед посевом сельскохозяйственных культур; 2 срок – после уборки сельскохозяйственных культур; 3 срок – на 42 – 95 день после внесения в почву побочной продукции на удобрение, в пятикратной повторности для определения фитотоксичности по международному стандарту ISO 11269-2:2012 [14], абсолютным контролем являлись результаты, полученные при использовании дистиллированной воды. В качестве тест-

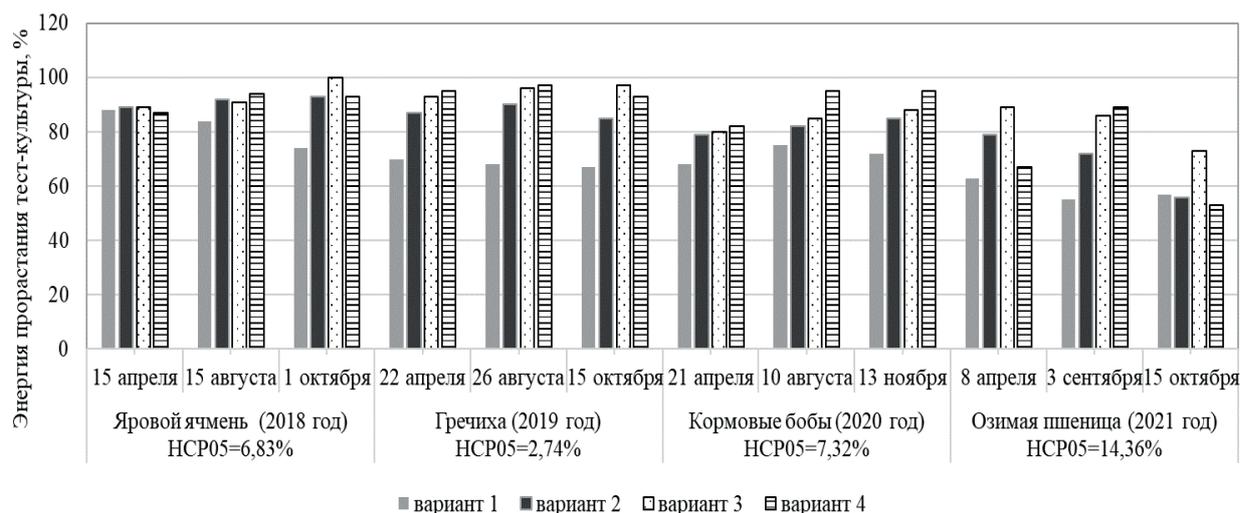


Рис. - Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на энергию прорастания тест-культуры при использовании растительных остатков на удобрение

культуры использовали семена редиса посевного (*Raphanus sativus* L.). Энергию прорастания семян определяли по ГОСТ 12038-84 [15]. На основе полученных данных был рассчитан индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и сопоставлен со шкалой токсичности, предложенной Кабириным Р.Р. с соавторами [16]. Экспериментальные данные обработаны методами математической статистики с использованием программных средств Microsoft office EXCEL.

Почва опытного поля – чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке эксперимента в пахотном слое почвы среднее содержание гумуса (по Тюрину) составляло $4,98 \pm 0,15$ %. Реакция почвенной среды нейтральная. Содержание обменного кальция составляло 22,0...23,3 мг-экв./100 г почвы, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия – 8,8...12,0 мг/кг и 9,7...11,2 мг/кг, соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22...0,23 %, обменного аммония (по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) – 10,9...13,2 мг/кг, нитратного азота (по методу Гранвальд-Ляжу) – 4,8...5,1 мг/кг почвы.

Результаты исследований

Энергия прорастания семян является важным показателем в цикле развития растений [17]. Научкой и практикой доказано, что семена, прорастающие в первые 3- 4 дня, дают на 30 % выше урожай, чем все семена в целом [18]. Анализ экспериментального материала показал, что применение биопрепаратов (Грибофит и Имуназот) как отдельно, так и совместно с азотными удобрениями при использовании

побочной продукции на удобрение положительно влияет на энергию прорастания семян тест-культуры в зерновом севообороте. В начале ротации севооборота перед посевом ячменя энергия прорастания семян тест-культуры значимо не различалась по вариантам опыта. После внесения растительных остатков ячменя на удобрения и выдержки до 1 октября появляется фитотоксический эффект почвы на варианте 1, где использовалась только одна солома. Энергия прорастания на данном варианте составляла 74%, что меньше абсолютного контроля на 23%, а варианта с использованием биопрепаратов на 26% при $НСР_{05}=6,83\%$ (рис.). Почву считают токсичной, когда угнетение роста тест-растений составляет по сравнению с контролем не менее 20% [19].

Внесение азотных удобрений (вариант 2) и совместное использование биопрепаратов с азотными удобрениями (вариант 4) позволило поддерживать энергию прорастания семян тестовой культуры на уровне с абсолютным контролем – 93% в течение всего вегетационного периода 2018 года. Использование биопрепаратов (вариант 3) в посевах ячменя не только не вызывало токсического эффекта почвы, но и при заделке соломы наблюдалась тенденция увеличения энергии прорастания до 7% по сравнению с контрольным вариантом. В работах некоторых авторов [20] доказано, что сами сельскохозяйственные культуры, различные по биологии и технологии возделывания, по-разному влияют на процессы формирования фитотоксических свойств почвы. Наиболее выраженное отрицательное влияние оказывает ячмень, за-

тем озимая пшеница, после – сахарная свёкла и в меньшей степени эспарцет. Следовательно, применение биопрепаратов в посевах ячменя способствует оздоровлению почвы.

В период вегетации гречихи и после применения ее растительных остатков (2019 год) на удобрение наблюдалось увеличение интоксикации на варианте 1. Так, заделка соломистых остатков культуры в почву и выдержка их до 15 октября снизило энергию прорастания семян тестовой культуры на 32% по сравнению с контролем ($НСР_{05}=2,74\%$). Внесение азотных удобрений, используемых для ускорения разложения послеуборочных растительных остатков, увеличило энергию прорастания в среднем до 87%, что выше показаний варианта только с растительными остатками на 18,7%, а по сравнению с абсолютным контролем он уступал всего на 9%. Биопрепараты, применяемые как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями, способствовали оптимизации условий для прорастания семян, при этом энергия прорастания семян тестовой культуры не отличалась от абсолютного контроля и составляла в среднем 95 %.

Введение кормовых бобов (2020 год) в зерновой севооборот позволило увеличить энергию прорастания семян на варианте с растительными остатками до показаний абсолютного контроля – 76 %. Наиболее эффективным оказался вариант совместного использования Грибофита и Имуназота с азотными удобрениями, на котором по сравнению с абсолютным контролем энергия прорастания семян значительно возросла ($НСР_{05}=7,32\%$) в течение всего периода вегетации культуры и достигла максимального значения 95 % после заделки растительных остатков до 13 ноября.

При возделывании озимой пшеницы (2021 год) энергия прорастания семян тестовой культуры снижалась. Наиболее угнетающее действие от применения растительных остатков наблюдалось на варианте 1 – без азотных удобрений и биопрепаратов. Энергия прорастания семян на данном варианте в течение всего периода не превышала 63 %, что значительно ниже (на 24 %) абсолютного контроля ($НСР_{05}=14,36\%$). Положительное действие биопрепаратов на энергию прорастания семян тестовой культуры выявлено в период активного роста культур. Так, по сравнению с вариантом, где вносились только растительные остатки, изучаемый показатель был выше на 29 % и на 12 % по сравнению с азотными удобрениями. После использования соломистых остатков на удобрение и выдержки

их в течение 42 дней только применение биопрепаратов Грибофит и Имуназот положительно повлияло на энергию прорастания семян, увеличив ее до 73 %, что значительно выше варианта с растительными остатками (на 16 %).

На основе полученных данных был рассчитан индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ). Для оценки токсичности использовали шкалу, разработанную Багдасаряном А.С. (табл. 1) [21].

Таблица 1
Шкала токсичности почв (Багдасарян А.С., 2005)

Величина ИТФ	Класс токсичности
>1,10	VI - стимуляция
0,91-1,10	V - норма
0,71-0,90	IV – низкая токсичность
0,50-0,71	III – средняя токсичность
<0,50	II – высокая токсичность
Среда не пригодная для жизни тест-объекта	I – сверхвысокая токсичность

Применение на удобрение побочной продукции в зерновом севообороте без инокулянтов и азотных удобрений привело к появлению токсичного эффекта. Так, после использования соломы ячменя на удобрение индекс токсичности почвы был равен 0,76, что соответствует низкой токсичности IV класса. Последующее внесение растительных остатков гречихи усилило токсический эффект до средней токсичности III класса (ИТФ=0,68). В период вегетации индекс токсичности вырос до 0,85, а после внесения соломистых остатков культуры на удобрение в почву её экологическое состояние пришло в норму и сохранялось до следующего вегетационного периода. К периоду уборки озимой пшеницы и после заделки ее соломы в почву до середины октября отмечается её низкая токсичность (табл. 2).

Дополнительное внесение азотных удобрений в дозе N_{10} кг д.в. на 1 тонну соломы являлось малоэффективным способом по снижению фитотоксичного эффекта почвы. В период активного роста ярового ячменя, гречихи и озимой пшеницы индекс токсичности почвы соответствовал норме, а после использования измельченной побочной продукции на удобрение и внесения азотных удобрений появлялся устойчивый фитотоксический эффект. Кормовые бобы в течение всего 2020 года на данном варианте опыта поддерживали индекс токсичности почвы в норме при его среднем значении – 0,99.

Применение биопрепаратов Грибофит

Таблица 2

Изменение индекса токсичности оцениваемого фактора при использовании биопрепаратов и азотных удобрений на фоне применения побочной продукции на удобрение

Вариант опыта	Индекс токсичности фактора		
	15.04.2018	15.08.2018	1.10.2018
Яровой ячмень			
Вариант 1 (растительные остатки)	0,93	0,90	0,76*
Вариант 2 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы)	0,94	0,83	0,80
Вариант 3 (растительные остатки + биопрепараты)	0,94	0,98	1,03
Вариант 4 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы + биопрепарат)	0,92	1,01	0,96
Гречиха			
Вариант 1 (растительные остатки)	0,72	0,74	0,68
Вариант 2 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы)	0,90	0,98	0,86
Вариант 3 (растительные остатки + биопрепараты)	0,96	1,04	0,98
Вариант 4 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы + биопрепарат)	0,98	1,05	0,94
Кормовые бобы			
Вариант 1 (растительные остатки)	0,83	0,85	0,93
Вариант 2 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы)	0,96	0,93	1,10
Вариант 3 (растительные остатки + биопрепараты)	0,98	0,97	1,21
Вариант 4 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы + биопрепарат)	1,00	1,08	1,23
Озимая пшеница			
Вариант 1 (растительные остатки)	0,90	0,75	0,85
Вариант 2 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы)	1,13	0,99	0,84
Вариант 3 (растительные остатки + биопрепараты)	1,27	1,18	1,09
Вариант 4 (растительные остатки + N ₁₀ кг д.в. на 1 тонну соломы + биопрепарат)	1,07	1,08	0,94

0,00* - фитотоксичный эффект.

и Имуназот, а также их совместное внесение с азотными удобрениями способствует не только снижению токсичности почвы, но и появлению стимулирующего эффекта. Так, инокуляция соломистых остатков зерновых культур биопрепаратами обеспечивала индекс токсичности в пределах нормы (0,91 - 1,10), а использование побочной продукции кормовых бобов способствовало повышению ИТФ до 1,21, т.е. стимуляции. Полученный положительный результат сохранялся до весенне-летнего периода.

Обсуждение

Биопрепараты Грибофит и Имуназот являются эффективным средством восстановления здоровья почв, так как они обеспечивают сни-

жение фитотоксичности почвы от применения растительных остатков на удобрение.

Инокуляция растительных остатков кормовых бобов биопрепаратами способствует появлению стимулирующего эффекта в почве, что приводит к увеличению энергии прорастания семян тест-культуры на 16% по сравнению с абсолютным контролем и на 21% по сравнению с вариантом, где применялись только растительные остатки.

Использование измельченной побочной продукции с минеральным азотом и микробиологическими препаратами поддерживает индекс токсичности в норме.

Внесение азотных удобрений с измель-

ченной побочной продукцией зерновых культур и заделки их в почву на 42 – 50 дней вызывает появление низкого ее токсичного эффекта IV класса при среднем значении ИТФ=0,83.

Побочная продукция кормовых бобов позволяют снизить фитотоксичность почвы и даже вызывает стимулирующий эффект (индекс токсичности повысился до 1,21) в год возделывания, однако, их действие не долгосрочно.

Заключение

Использование растительных остатков в качестве удобрения в зерновом севообороте без применения биологических препаратов или азотных удобрений приводит к появлению токсичного эффекта. Введение в севооборот бобовых культур способствует оздоровлению почвы, и повышению значения индекса токсичности до стимулирующего эффекта. Наиболее эффективным способом по снижению токсичного эффекта от внесения растительных остатков на удобрения оказался прием совместного использования биопрепаратов и азотных удобрений.

Библиографический список

1. Karlen, D. L. Soil quality: Current concepts and applications / D. L. Karlen, S. S. Andrews, J. W. Doran // *Advances in Agronomy*. - 2001. - Vol. 74. - P. 1-39. - DOI:10.1016/S0065-2113(01)74029-1
2. Почвы в биосфере и жизни человека : монография / Г. В. Добровольский, Г. С. Куст [и др.]. – Москва : ФГБОУ ВПО МГУ, 2012. - 584 с. – ISBN 978-5-8135-0575-1 (в пер.).
3. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen diseases / G. Bonanomi, V. Antignani, E. Barile, V. Lanzotti, F. Scala // *Journal of Plant Pathology*. - 2011. - № 93(1). - P. 57-69. - DOI:10.4454/JPP.V93I1.274
4. Rusakova, I. V. Microbiological and ecophysiological parameters of sodpodzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield / I. V. Rusakova // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. - 2020. - Vol. 55(1). - P. 153-162. - DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.153rus
5. Crop yield and soil organic matter after long-term straw return to soil in China / J. Wang, X. Wang, M. Xu, G. Feng // *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. - 2015. - Vol. 102 (3). - P. 371-381. - DOI:10.1007/s10705-015-9710-9
6. Торопова, Е. Ю. Индукция супрессивности почвы-важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций / Е. Ю. Торопова, М. С. Соколов, А. П. Глинушкин // *Агрехимия*. – 2016. - № 8. – С. 44-55.
7. Интернет ресурс. - URL: <http://government.ru/docs/all/104144/>, дата обращения 14.01.2021.
8. Русакова, И. В. Растительные остатки, сидераты, биопрепараты - важнейшие ресурсы управления плодородием почв / И. В. Русакова // *Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса*. - Суздаль-Иваново : Верхневолжский федеральный аграрный научный центр, 2020. - С. 83-86.
9. Куликова, А. Х. Влияние соломы и биопрепарата Байкал ЭМ-1 на агрохимические свойства чернозема типичного и урожайность проса / А. Х. Куликова, Е. А. Яшин, С. А. Антонова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2017. - № 1. - С. 31-37. - DOI: 10.18286/1816-4501-2017-1-31-37
10. Тулина, А. С. Влияние температуры, влажности и внесения соломы на динамику минерализации органического вещества и почвенные пулы углерода и азота / А. С. Тулина // *Агрехимия*. - 2019. - № 3. - С. 3-18. - DOI: 10.1134/S0002188119030141
11. Технология поверхностного компостирования растительных остатков / Р. Ф. Еремина, С. С. Машенко, Н. А. Чужан, А. Е. Федорченко, А. А. Ермакова // *Достижения науки и техники АПК*. - 2005. - № 1. - С. 18.
12. Применение соломы зерновых культур на удобрения в Томской области : рекомендации / ГНУ СибНИИТ СО РАСХН, Департамент социально-экономического развития села Томской области. – Томск, 2004. -10 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. - 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1985. - 351с.
14. ISO 11269-2:2012. Soil quality – determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. - 2012. - 19 p.
15. ГОСТу 12038-84
16. Кабиров, Р. Р. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории / Р. Р. Кабиров, А. Р. Сагитова, Н. В. Суханова // *Экология*. – 1997. – № 6. – С. 408-411.
17. Molecular mechanisms in plant growth promoting bacteria (PGPR) to resist environmental stress in plants / Udaya KumarVandana, Bijoya Singha, A. B. M. Gulzar, P. B. Mazumder // *Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture*. - 2020. - P. 221-233. – URL: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-03869-4>
18. Влияние качества семян на урожайность. - URL:https://www.rsnso.ru/directions/ensuring_quality/publications/?n=248, дата обращения 25.01.2021 г.

19. Назарько, М. Д. Роль микробиологического фактора в токсичности окультуренной почвы / М. Д. Назарько // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 4. – С. 116-118.

20. Экологическая роль полевых культур в формировании фототоксичных свойств почвы в комплексах биологизации / В. В. Верзилин, А. В. Гончаров, Е. Н. Закабунина, Н. Д. Верзилина, Н. В. Полякова // Вестник Белорусской государственной

сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 93-98.

21. Багдасарян, А. С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов : спец. 03.00.16 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Багдасарян Александр Сергеевич ; Ставропольский государственный университет. – Ставрополь, 2005. – 25 с.

BIOLOGICAL PRODUCTS AS A MEANS OF RESTORATION OF BLACK SOIL HEALTH

Breskina G.M., Masyutenko N.P., Chuyan N.A.
Federal Agricultural Kursk Research Center
305021 Kursk, Karl Marx st., 70b.
tel. 89207036509, e-mail: breskina-galina@yandex.ru

Key words: biological products, black soils, health, soil toxicity, plant residues, fertilizers.

Usage of crop residues as fertilizer leads to soil intoxication and, consequently, to soil health deterioration. Usage of beneficial microorganisms solves this problem. The studies were carried out in 2018-2021 in order to study the effect of Gribofit and Imunazot microbiological products, nitrogen fertilizers, individually and in combination, on phytotoxic effect removal of the soil when plant residues are applied for fertilization in grain crop rotation on typical slightly eroded heavy loamy black soil. The experimental field is located in Kursk region, Medvenskiy district of Panino village. All residues were used for fertilization in all variants of the experiment; nitrogen fertilizers were additionally applied at a dose of 10 kg of a.r. N per 1 ton of straw in the second variant; in the third variant, seeds, soil, crops and straw residues were inoculated with biological products Gribofit and Imunazot; in the fourth variant, combined application of nitrogen fertilizers and biological products as studied. Specification of soil phytotoxicity was carried out according to international standard ISO 11269-2:2012, as a test culture, seeds of radish (*Raphanus sativus* L.) were used. Application of plant residues for fertilization for four years led to sustainable phytotoxic effect of the soil, reducing seed germination energy of the test crop from 88% to 57%. Usage of Gribofit and Imunazot separately and in combination with nitrogen fertilizers contributes not only to improvement of soil ecological state, but also to its health. Biological products increase seed germination energy of the test culture from 11% to 28% compared to absolute control, depending on the type of plant residues, and index of the assessed factor increases to 1.27. Application of nitrogen fertilizers with cereal straw contributed to low toxicity of class 4. Broad beans have the ability to reduce soil toxicity, but their effect lasts only during the period of crop cultivation.

Bibliography:

1. Karlen, D. L. Soil quality: Current concepts and applications / D. L. Karlen, S. S. Andrews, J. W. Doran // *Advances in Agronomy*. - 2001. - Vol. 74.-P. 1-39. - DOI:10.1016/S0065-2113(01)74029-1
2. Soils in the biosphere and human life: monograph / G. V. Dobrovolskiy, G. S. Kust [and others]. - Moscow: FSBEI HPE MSU, 2012. - 584 p. – ISBN 978-5-8135-0575-1 (translated).
3. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen dis-eases / G. Bonanomi, V. Antignani, E. Barile, V. Lanzotti, F. Scala // *Journal of Plant Pathology*. - 2011. - № 93(1). - P. 57-69. - DOI:10.4454/JPPV9311.274
4. Rusakova, I. V. Microbiological and ecophysiological parameters of sodpodzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield / I. V. Rusakova // *Sel'skokhozyaistvennaya Biology*. - 2020. - Vol. 55(1). - P. 153-162. - DOI: 10.15389/agrobiol.2020.1.153rus
5. Crop yield and soil organic matter after long-term straw return to soil in China / J. Wang, X. Wang, M. Xu, G. Feng // *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. - 2015. - Vol. 102(3). - P. 371-381. - DOI:10.1007/s10705-015-9710-9
6. Toropova, E. Yu. Induction of soil suppression is the most important factor in limiting the harmfulness of root infections / E. Yu. Toropova, M. S. Sokolov, A. P. Glinushkin // *Agrochemistry*. - 2016. - № 8. - P. 44-55.
7. Internet resource. - URL: <http://government.ru/docs/all/104144/>, access date 14.01.2021.
8. Rusakova, I. V. Plant residues, green manure, biological products - the most important resources for managing soil fertility / I. V. Rusakova // *Modern trends in scientific support of the agro-industrial complex*. - Suzdal-Ivanovo: Upper Volga Federal Agrarian Research Center, 2020. - P. 83-86.
9. Kulikova A. Kh. Influence of straw and Baikal EM-1 bioproduct on agrochemical properties of typical black soil and millet productivity // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2017. - № 1. - P. 31-37. - DOI: 10.18286/1816-4501-2017-1-31-37
10. Tulina A. S. Influence of temperature, humidity and straw application on dynamics of mineralization of organic matter and soil pools of carbon and nitrogen / A. S. Tulina // *Agrochemistry*. - 2019. - № 3. - P. 3-18. - DOI: 10.1134/S0002188119030141
11. Technology of surface composting of plant residues / R. F. Eremina, S. S. Mashchenko, N. A. Chuyan, A. E. Fedorchenko, A. A. Ermakova // *Achievements of Science and Technology of the AIC*. - 2005. - № 1. - P. 18.
12. Application of grain straw for fertilization in Tomsk region: recommendations / State Scientific Institution Siberian Research Institute of Agriculture of the Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Department of Social - Economic development of the village of Tomsk region. - Tomsk, 2004. -10 p.
13. Dospikhov, B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospikhov. - 5th ed., revised. and add. - Moscow: Agropromizdat, 1985. – 351p.
14. ISO 11269-2:2012. Soil quality – determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. - 2012. - 19 p.
15. State Standard GOST 12038-84
16. Kabirov, R. R. Development and usage of a multicomponent test system for assessing toxicity of the urban soil cover / R. R. Kabirov, A. R. Sagitova, N. V. Sukhanova // *Ecology*. - 1997. - № 6. - P. 408-411.
17. Molecular mechanisms in plant growth promoting bacteria (PGPR) to resist environmental stress in plants / Udaya Kumar Vandana, Bijoya Singha, A. B. M. Gulzar, P. B. Mazumder // *Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture*. - 2020. - P. 221-233. – URL: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-03869-4>
18. Influence of seed quality on yield. - URL: https://www.rsnso.ru/directions/ensuring_quality/publications/?n=248, access date 25.01.2021
19. Nazarko, M. D. The role of microbiological factor in toxicity of cultivated soil / M. D. Nazarko // *Izvestiya of higher schools. Food technology*. - 2006. - № 4. - P. 116-118.
20. Ecological role of field crops in formation of soil phototoxic properties in biologization complexes / V. V. Verziлин, A. V. Goncharov, E. N. Zakabunina, N. D. Verziлина, N. V. Polyakova // *Vestnik of Belarusian State Agricultural academy*. - 2019. - № 3. - P. 93-98.
21. Bagdasaryan, A. S. Biotesting of soils in technogenic zones of urban areas using plant organisms: spec. 03.00.16 : abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences / Bagdasaryan Alexander Sergeevich ; Stavropol State University. - Stavropol, 2005. - 25 p.