DOI <https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-11.01>

**МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И РЕГУЛЯТОР РОСТА КАК СРЕДСТВА
БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**
MICROBIAL PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS AS A MEANS
OF BIOLOGIZATION IN AGRICULTURE

Семыкин В.А., Пигорев И.Я.*, доктора сельскохозяйственных наук
Semykin V.A., Pigorev I.Y., Doctors of Agricultural Sciences

Тарасов А.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Tarasov A.A., Candidate of Agricultural Sciences

Курская государственная сельскохозяйственная академия, Курск, Россия
Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

Глинушкин А.П., Плыгун С.А., Сычева И.И., научные сотрудники
Glinushkin A.P., Plygun S.A., Sycheva I.I., Researchers

ФГБНУ ВНИИ фитопатологии, Московская область, Россия
All Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow Region, Russia

*E-mail: kursknich@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье показано влияние на условия произрастания, урожайность озимой пшеницы, содержание и качество в зерне клейковины обработок посевного материала и вегетирующих растений микробными препаратами и регулятором роста растений, а также влияние биопрепаратов на степень деструкции в почве послеуборочных растительных остатков. Установлено, что использование биопрепаратов для обработки семян и посевов в сравнении с контролем улучшает условия роста и развития растений озимой пшеницы, снижает распространенность листостебельных заболеваний (бурой ржавчины и септориоза), увеличивает урожайность и влияет на накопление клейковины и некоторое укрепление слабой по качеству клейковины. Наиболее высокую рентабельность обеспечивала обработка семян и осенняя обработка посевов озимой пшеницы регулятором роста растений Витазим, который, кроме непосредственного влияния на рост и развития растений, стимулировал активность аборигенных микроорганизмов черноземной почвы.

ABSTRACT

The article shows influence of seed treatments with microbial agents and plant growth regulators on growing conditions, yield, content and grain quality of winter wheat, as well as the impact of biopreparations on crop residues' degradation. It is found that the use of biological products for treating seeds and crops in comparison with control conditions improves the growth and development of winter wheat plants, reduces the incidence of diseases (leaf rust and septoria), increases yield and affect the accumulation of a gluten in grain. Most high profitability provided seed treatment and processing of the autumn crop of winter wheat plant with growth regulator Vitazim, which in addition to the direct impact on the growth and development of plants, stimulated the activity of native microorganisms of chernozem soil.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Биопрепараты, озимая пшеница, урожайность, содержание клейковины, деструкция растительных остатков.

KEY WORDS

Biopreparations, winter wheat, yield, gluten content, degradation of plant residues.

Существенным недостатком современного земледелия, построенного на традиционных преимущественно химических принципах интенсификации, является недооценка биологических факторов, которые в определенных условиях также могут внести заметный вклад в продукционный процесс сельскохозяйственных культур (Н.В. Парахин, 2006; Р.И. Франк, В.И. Кищенко, 2008; А.И. Беленков и др., 2014 и другие). Использование для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур только химических средств интенсификации (минеральных удобрений и пестицидов) приводит к ряду негативных последствий. Прежде всего, обостряются экологические проблемы: снижается биологическая активность и статус почвы как саморегулирующейся системы, возрастает зависимость продуктивности культур от химических средств и, как следствие, снижается экологическая чистота урожая. Недостаточное обоснование имеет также использование только химической интенсификации земледелия и с экономической точки зрения. Известно, что рост урожайности культур обеспечивается при определенных нормах внесения минеральных удобрений и их избыток проблему не решает. В последние десятилетия отмечается снижение темпов прироста урожайности зерновых культур и возрастает необходимость в дополнительных затратах для повышения единицы урожая, в сравнении с годами, когда минеральные удобрения только начали использовать (А.А. Жученко, 2004). До недавнего времени бытовало мнение, что минеральные удобрения и пестициды являются безальтернативным средством интенсификации земледелия, обеспечивающим наибольшие прибавки урожая. Действительно, на современном этапе из всех элементов системы земледелия именно минеральные удобрения обеспечивают наибольшую отдачу по влиянию на урожайность культур, особенно на почвах с низким эффективным плодородием. Прибавка урожая зерновых в результате применения минеральных удобрений может возрасти более чем на 50 % (И.Д. Соснина, 2013). По мнению многих ученых (В.Г. Минеев, 2009, 2011; В.И. Кирюшин, 2010 и другие), в условиях роста народонаселения планеты обеспечение продовольственной безопасности невозможно без химической интенсификации земледелия. За счет интенсивных технологий с применением удобрений и пестицидов урожайность зерновых культур достигла уровня 7-8 т/га зерна. Однако потенциал урожайности новых сортов определяется значениями в 1,5 раза больше (Н.В. Парахин, 2006). В среднем по России имеющийся потенциал урожайности зерна озимой пшеницы используется менее чем на одну треть. Поэтому необходимо изыскивать и использовать новые элементы технологий, которые обеспечивают интегрированные эффекты, позволяют снижать последствия экологических и экономических проблем. Перспективное направление совершенствования традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур – насыщение их биологическими элементами. В результате биологизации земледелия иницируются и активируются естественные механизмы поддержания плодородия почвы, регулируются ростовые процессы и снижается инфицированность растений болезнями. Эффективным средством биологизации земледелия является интродукция в почву и на растения полезных микроорганизмов путем обработки микробными препаратами, а также повышение активности аборигенных почвенных микроорганизмов за счет использования регуляторов роста. Ошибочным является мнение, что химическая и биологическая интенсификация земледелия несовместимы, находятся в антагонистическом противоречии. В разумных пределах химические и биологические средства интенсификации земледелия могут дополнять друг друга, обеспечивая интегрированные эффекты взаимодействия. Можно привести множество примеров благоприятного сочетания химических и биологических средств интенсификации земледелия: повышение биологической активности почвы на фоне минеральных удобрений (Н.Е. Завьялова, Е.М. Митрофанова, 2008), повышение устойчивости микробного биоценоза загрязненных свинцом почв на фоне минеральных удобрений (И.А. Самофалова и другие, 2011) и другие. Во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург) разработан микробный препарат БисолбиФит, в состав которого входят ризосферные

бактерии *Bacillus subtilis* Ч-13. Препарат используют как дополнительный источник повышения эффективности минеральных удобрений. Им обрабатывают гранулы удобрений, в результате чего повышается коэффициент использования растениями элементов минерального питания (А.А. Завалин и другие, 2012). Микроорганизмы являются основными деструкторами пестицидов и других чужеродных объектов (ксенобиотиков) в почве. В настоящее время альтернативы микробной очистки биосферы от пестицидов не существует (Г.Г. Решетов, Т.А. Тугаева, 2012). В результате чрезмерного и длительного использования химических средств в интенсивном земледелии произошла деградация структуры почвенной биоты. Особенно сильно микробный состав почв пострадал в результате практикующейся ранее технологии сжигания на полях стерни и других послеуборочных растительных остатков. Произошло перераспределение доминирующих форм микроорганизмов и изменение соотношения в почвенном микробном сообществе важнейших эколого-трофических групп (М.Д. Назарько, 2004; А.Н. Бузайло, Н.В. Королева, М.Д. Назарько, 2005). Поэтому интродукция полезных микроорганизмов и создание благоприятных условий для функционирования аборигенных почвенных микроорганизмов является эффективным средством санации почв.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено в полевом опыте на черноземе типичном мощном тяжелосуглинистом с осени 2010 года по июль 2014 года. Размер опытной делянки 20x10 м. Использовали обработку семян, а также обработку семян и посевов озимой пшеницы сорта Московская-39 комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит и регулятором роста растений Витазим. В качестве контрольных вариантов использовали обработку семян и посевов водой. В севообороте озимая пшеница размещалась после пара на фоне внесения минерального удобрения по 30 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия.

Состав биопрепарата Гуапсин представлен водной суспензией двух штаммов бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, продуктами их метаболизма и стартовыми дозами азота, фосфора и калия. Бактерии рода *Pseudomonas aureofaciens* развиваются в присутствии кислорода воздуха на поверхности и неглубоко в рыхлом слое почвы. Препарат обладает ростостимулирующим и фунгицидным действием. Трихофит – микробный препарат, в состав которого в виде водной суспензии входят грибы *Trichoderma lignorum*, которые могут обитать как на поверхности почвы, так и в более глубоких ее слоях. Микромицет *Trichoderma lignorum* продуцирует антибиотики, подавляющие возбудителей болезней, а также стимуляторы роста и развития растений, ускоряет разложение органических соединений. При обработке семян препараты Гуапсин и Трихофит рекомендуется использовать совместно как бактериально-грибковый комплекс. Совместное использование биопрепаратов обеспечивает более широкий охват почвенного пространства и расширяется спектр воздействия. Для обработки посевов сельскохозяйственных культур рекомендуется использовать препарат Гуапсин без препарата Трихофит. Норма внесения препаратов Гуапсин и Трихофит при обработке семян – по 3 л/т семян каждого препарата, норма внесения препарата Гуапсин при обработке посевов – 5 л/га.

Регулятор роста растений Витазим – водный раствор, включающий несколько биологических активаторов: триаконтанол, брассиностероиды, кинетин, гиббереллиновую, индол-уксусную, фолиевую, пантотеновую и салициловую кислоты, биотин, витамины, аминокислоты и другие биологически активные вещества. В состав препарата входят также химические элементы в хелатной форме (K_2O , Cu, Zn, Fe и другие). Препарат рекомендуется для обработки семян и вегетирующих растений. Кроме непосредственного регулирования роста и развития растений, Витазим обеспечивает также стимулирование активности ризосферных микроорганизмов и микробно-растительных взаимодействий. В результате повышается эффективность питания растений и сопротивляемость их стрессам. Норма внесения регулятора роста

Витазим при обработке семян 1 л/т семян и 1 т/га при обработке вегетирующих растений.

Влияние биопрепаратов на интенсивность разложения растительных остатков изучали в модельно-полевом опыте. Для этого образцы измельченной соломы обрабатывали водой (контроль) или рабочим раствором препаратов в соответствии со схемой эксперимента из расчета 1 л/т соломы препаратом Гуапсин, 1 л/т соломы препаратом Трихофит, по 1 л/т соломы каждого препарата в комплексе Гуапсин + Трихофит, и 0.33 л/т соломы регулятором роста Витазим. Чтобы обеспечить благоприятные условия для активной деятельности микроорганизмов во всех вариантах опыта, в том числе и в контрольном варианте, в рабочий раствор добавляли также аммиачную селитру из расчета 10 кг/га действующего вещества азота на 1 т соломы. В эксперименте имитировали внесение в почву пшеничной соломы из расчета 3 т/га. Для этого из обработанных и подсушенных в тени образцов соломы отбирали пробы по 6.25 г, которые перемешивали с 1 кг почвы. Предварительно в почве определяли содержание имеющихся разложившихся органических остатков (детрита) путем отмывания на мучном сите. Затем подготовленные таким образом образцы помещали в мешочки из пропиленовых нитей размером 40х25 см с мелкими ячейками, прикапывали в пахотный слой почвы и выдерживали в течение двух месяцев. После экспозиции мешочки выкапывали, высыпали из них почву с разлагающейся соломой в емкости с водой, перемешивали и на поверхности воды собирали неразложившиеся остатки соломы. Их отмывали от почвы, высушивали и взвешивали. Разложившиеся остатки также отмывали из почвы с помощью мучного сита, высушивали и взвешивали. Количество дополнительно поступившего детрита за счет разложения соломы определяли как разницу между его массой после экспозиции почвы с соломой и массой детрита в исходной почве.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В предыдущих исследованиях было установлено, что обработки семян и посевов озимой пшеницы биопрепаратами способствовали повышению полевой всхожести семян, увеличению количества успешно перезимовавших растений и повышению эффективности фотосинтетической деятельности посевов (И.Я. Пигорев, С.А. Тарасов, 2014; И.Я. Пигорев, С.А. Тарасов, 2014). Результаты влияния обработки семян и посевов озимой пшеницы биопрепаратами на распространенность листостебельных заболеваний, урожайность и содержание клейковины в зерне представлены в табл. 1.

В сравнении с контрольными вариантами обработки семян, и особенно обработки семян и посевов биопрепаратами заметно снижали распространенность листостебельных заболеваний озимой пшеницы. Анализ показывает, что в среднем за годы исследования обработка семян регулятором роста Витазим снижала распространенность бурой ржавчины на 10.2 % в относительном выражении, и обработка семян комплексом биопрепаратов Гуапсин + Трихофит – на 7.8 %. Наибольший защитный эффект обеспечивался в вариантах опыта, где кроме семян биопрепаратами дополнительно обрабатывали и посевы. При использовании обработки семян и трехкратной обработки посевов регулятором роста Витазим распространенность бурой ржавчины уменьшилась на 36 %. Обработка семян комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит и дополнительная трехкратная обработка посевов препаратом Гуапсин обеспечивала снижение распространенности бурой ржавчины на 50 % в относительном выражении.

Примерно такая же закономерность проявилась по эффективности биопрепаратов в борьбе против септориоза на растениях озимой пшеницы. Использование для обработки семян регулятора роста Витазим обеспечивала снижение распространенности септориоза в посевах на 7.7 % и комплекса Гуапсин + Трихофит – на 7.2 %. Дополнительная обработка посевов пшеницы осенью регулятором роста Витазим снижала распространенность септориоза уже на 24 %, и

обработка микробным препаратом Гуапсин на фоне обработанных комплексом семян – соответственно на 29 %.

Самая низкая распространенность септориоза была при использовании трехкратной обработки посевов на фоне обработанных семян. Регулятор роста Витазим обеспечивал снижение его распространенности на 30 %, и комплекс Гуапсин + Трихофит – на 39 % в относительном выражении.

По влиянию на урожайность озимой пшеницы регулятор роста Витазим и комплекс Гуапсин + Трихофит показали достаточно высокую и примерно одинаковую эффективность. В среднем за годы исследования обработка семян и посевов препаратом Витазим повышала урожайность на 0.36-0.79 т/га, или на 8.2-17.6 % относительно контрольного варианта. При использовании для этих целей комплекса Гуапсин + Трихофит урожайность увеличилась на 0.42-0.78 т/га, или на 9.5-17.4 %. По влиянию на урожайность проявилась тенденция более высокой эффективности комплекса микробных препаратов Гуапсин и Трихофит при обработке семян и регулятора роста растений Витазим при обработке посевов пшеницы. Если сравнивать влияние на урожайность озимой пшеницы различных способов использования биопрепаратов (обработка семян и дополнительная обработка посевов на фоне обработанных семян), то можно отметить, что прибавки урожая от обработок семян были заметно выше, чем прибавки от дополнительных обработок посевов. Прибавка урожая только от обработки семян препаратом Витазим составила 0.36 т/га, и прибавка от обработки семян комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит – 0.42 т/га. Прибавки же от дополнительного применения данных препаратов для обработки посевов осенью и трехкратной обработки посевов в течение вегетации культуры составили соответственно 0.18 и 0.33 т/га. Поэтому обработку семян регулятором роста Витазим и комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит однозначно можно считать эффективным приемом, направленным на повышение урожайности озимой пшеницы. Расчеты экономических показателей по вариантам опыта показали, что самый высокий уровень рентабельности обеспечивался при использовании регулятора роста Витазим для обработки семян и осенней обработки посевов озимой пшеницы.

Таблица 1 – Влияние обработки семян и посевов биопрепаратами на распространенность листостебельных заболеваний, урожайность и содержание клейковины в зерне пшеницы (в среднем за 2011-2014 годы)

Биопрепараты и нормы их внесения	Способы использования биопрепаратов	Распространенность листостебельных заболеваний, %		Урожайность, т/га	Содержание клейковины, %
		бурая ржавчина	септориоз		
Контроль (без препаратов)	обработка семян	12.8	22.2	4.41	26.3
Витазим (1 л/т)		11.5	20.5	4.77	26.7
Гуапсин + Трихофит (по 3 л/т)		11.8	20.6	4.83	27.2
Контроль (без препаратов)	обработка семян + посевов в фазе кущения осенью	12.9	22.3	4.44	26.4
Витазим (1 л/т + 1 л/га)		9.0	17.0	5.04	27.2
Гуапсин + Трихофит (по 3 л/т) + Гуапсин (5 л/га)		8.2	15.8	5.08	27.8
Контроль (без препаратов)	обработка семян + посевов осенью + посевов весной + посевов в фазе выхода в трубку	12.9	22.4	4.48	26.3
Витазим (1 л/т + 1 л/га + 1 л/га + 1 л/га)		8.2	15.7	5.27	28.1
Гуапсин + Трихофит (по 3 л/т) + Гуапсин (5 л/га + 5 л/га + 5 л/га)		6.5	13.7	5.26	29.1

В результате использования дополнительных обработок посевов регулятором роста Витазим рентабельность снижалась. Рентабельность применения комплекса Гуапсин + Трихофит оказалась ниже, чем регулятора роста Витазим. Очевидно, что на черноземной почве опытного участка достаточно хорошо были представлены аборигенные виды почвенных микроорганизмов, которые стимулировались под влиянием препарата Витазим.

Содержание клейковины в зерне пшеницы по годам исследования различалось в большей степени, чем в вариантах опыта с биопрепаратами. Тем не менее, влияние обработок семян и посевов озимой пшеницы на содержание клейковины в ее зерне было заметным. Установлено, что использование для обработки семян и посевов регулятора роста Витазим повышает содержание клейковины в зерне озимой пшеницы на 0.4-1.8 %, и использование для этих целей комплекса микробных препаратов Гуапсин и Трихофит – на 0.9-2.8 %.

Влияние биопрепаратов на качество клейковины зерна пшеницы (укрепление слабой клейковины) проявилось лишь при использовании обработки семян и трехкратной обработки посевов. Причем влияние дополнительных обработок посевов регулятором роста Витазим на укрепление клейковины озимой пшеницы на уровне тенденции было более выраженным, чем влияние дополнительных обработок посевов микробным препаратом Гуапсин.

Влияние обработки соломы различными биопрепаратами на интенсивность ее разложения в значительной степени зависела от метеорологических условий в период экспозиции образцов в почве, а также от используемого для обработки соломы препарата. При относительно высоком количестве выпадающих осадков и повышенной температуре степень разложения соломы была больше. Оценивая влияние на степень разложения пшеничной соломы обработки ее биопрепаратами на фоне компенсирующей нормы азота, можно отметить, что во все годы в сравнении с контролем изучаемые препараты усиливали степень разложения соломы. Установлено, что в среднем за годы исследования обработка соломы микробным препаратом Гуапсин увеличивала степень ее разложения на 5.9 %, обработка микробным препаратом Трихофит – на 19.5 %, обработка комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит – на 20.4 % и обработка регулятором роста Витазим – на 6.0 %.

Высокий соломоразлагающий эффект микробного препарата Трихофит можно объяснить тем, что при обработке им соломы происходит интродукция микромицета *Trichoderma lignorum*, который является типичным целлюлозолитиком. В процессе изучения деструктивной способности биопрепаратом нами было обнаружено, что образцы (смесь почвы с соломой), помещенные в мелкочаистые пропиленовые мешочки, заселяли дождевые черви. Причем в зависимости от используемого препарата и степени разложения соломы количество их было различным. Чем больше была степень разложения соломы, тем больше насчитывалось экземпляров дождевых червей. Дождевые черви в основном были представлены видом *Allolobophora caliginosa* (пашенный червь), которые питаются полуразложившимися и разложившимися растительными остатками (детритом). Во все годы исследования меньше всего дождевых червей насчитывалось в контрольном варианте опыта, и наибольшее их количество было в вариантах опыта, где для обработки соломы использовался микробный препарат Трихофит или комплекс микробных препаратов Гуапсин + Трихофит. В среднем за годы исследования в вариантах опыта, где солому обрабатывали микробным препаратом Трихофит, количество дождевых червей было больше, чем в контрольном варианте, на 4.7 штук, и при обработке соломы комплексом Гуапсин + Трихофит – увеличение составило на 5.6 штук. В вариантах опыта, где для обработки соломы использовали микробный препарат Гуапсин и регулятор роста растений Витазим, дождевые черви в анализируемых образцах встречались в меньшем количестве, в сравнении с вариантами, где использовался препарат Трихофит, но в большем количестве в сравнении с контролем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование для обработки семян и посевов озимой пшеницы регулятора роста растений Витазим или комплекса микробных препаратов Гуапсин + Трихофит обеспечивает снижение распространенности листостебельных заболеваний, существенно повышает урожайность зерна и содержание в нем клейковины и незначительно укрепляет удовлетворительно слабую клейковину. Обработка семян и посевов озимой пшеницы регулятором роста растений Витазим повышает уровень рентабельности производства на 15.0-18.8 %, и комплексом микробных препаратов Гуапсин и Трихофит – на 8.6-17.4 %. Наибольший экономический эффект обеспечивается при использовании биопрепаратов для обработки семян и осенней обработки посевов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Беленков А.И. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья // Земледелие. 2014. №1. С. 23-26.
2. Бузайло А.Н. Микробиологическая диагностика почв, подвергшихся сжиганию стерни и растительных остатков // Успехи современного естествознания. 2005. №11. С. 47.
3. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: «Издательство Агрорус», 2004. 1109 с.
4. Завалин А.А. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования // Достижения науки и техники АПК. 2012. №9. С. 45-47.
5. Завьялова Н.Е. Влияние минеральных удобрений и известкования на биологическую активность дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2008. №12. С. 29-34.
6. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: КолоС, 2010. 687 с.
7. Минеев В.Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. №1. С. 3-8.
8. Минеев В.Г. Существует ли альтернатива агрохимии в современном и будущем земледелии // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990. №1. С. 77-83.
9. Назарько М.Д. Биологическое влияние сжигания стерневых остатков на вертикально-ярусное распределение микроорганизмов и экологические показатели почвы // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2004. №5-6. С. 110-114.
10. Решетов Г.Г. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. №5 (44). С. 220-223.
11. Самофалова И.А. Влияние минеральных удобрений на показатели устойчивости микробоценоза в почвах, загрязненных свинцом // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. №12 (131). С. 346-348.
12. Соснина И.Д. Влияние видов органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых продуктивность пашни и сохранения плодородия почвы // Достижения науки и техники АПК. 2013. №5. С. 32-36.
13. Пигорев И.Я. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы // Вестник Курской ГСХА. 2014. №8. С. 47-50.
14. Пигорев И.Я. Влияние микробиологических препаратов на перезимовку и продуктивность озимой пшеницы // Вестник Курской ГСХА. 2014. №1. С. 29-32.
15. Франк Р.И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. №4. С. 30-32.