

БИОЛОГИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

С.В. РЕЗВЯКОВА, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7681-4516
Л.П. ЕРЕМИН, А.В. ТАРАКИН, М.А. ДОГАДИНА,
кандидаты сельскохозяйственных наук
КОНЕЕВА О.А., аспирант

ФГБОУ ВО ОРЛОВСКИЙ ГАУ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА
E-mail: lana8545@yandex.ru

*Цель исследований – регуляция фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы на основе применения биологических препаратов. В статье представлены результаты оценки фитосанитарной ситуации посевов, исследованы грибные болезни, степень их распространения, обосновано применение биологических фунгицидов и биостимуляторов, проанализирована биологическая эффективность их использования, выявлено влияние защитных мероприятий на продуктивность и качество зерна. Высевали сорт озимой пшеницы Московская 40 на темно-серой лесной почве. Семена 1-й репродукции. Предшественник – гречиха. Анализ результатов показал, что протравливание семян озимой пшеницы фунгицидом Скарлет, МЭ (имазалил+тебуконазол) способствовало защите культуры от грибных болезней до конца июня. Двукратная обработка посевов биофунгицидом Витаплан (тип10+10КОЕ/г) *Bacillus subtilis*. Штамм ВКМ-В-2604D + *Bacillus subtilis*. штамм ВКМ-В-2605D) и химическим фунгицидом Амистар Экстра, СК (азоксистробин+ципроконазол) оказали существенное влияние на снижение распространенности и развития грибных болезней. Биологическая эффективность химического фунгицида по сравнению с биологической была выше в фазу молочно-восковой спелости зерна на 23,8%. Прибавка урожайности по сравнению с контролем при использовании биопрепаратов Нигор (биофлавоноиды гречихи) и Нигор++ (биофлавоноиды гречихи и экзометаболиты *Trichoderma atroviride* ВКПМ F-1434 в соотношении компонентов 1:1) составила 7,1%, Витаплан – 9,5%, Амистар Экстра, СК – 14,3%.*

Ключевые слова: озимая пшеница, биопрепараты, биологическая эффективность, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Резвякова С.В., Еремин Л.П., Таракин А.В., Догадина М.А., Конеева О.А. Биологизированная технология возделывания озимой пшеницы. Зернобобовые и крупяные культуры. 2022; 3(43): 94-99. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-94-99

BIOLOGICAL TECHNOLOGY OF WINTER WHEAT CULTIVATION

S.V. Rezvyakova, L.P. Eremin, A.V. Tarakin, M.A. Dogadina, O.A. Koneeva

FSBEE HE «N.V. PARAKHIN STATE AGRARIAN UNIVERSITY, OREL»
E-mail: lana8545@yandex.ru

Abstract: *The aim of the research is to regulate the phytosanitary state of winter wheat crops through the use of biological preparations. The article presents the results of the evaluation of the phytosanitary situation of crops, examines fungal diseases, the extent of their spread, justified the*

*use of biological fungicides and biostimulants, analyzed the biological effectiveness of their use, revealed the effect of protective measures on productivity and quality of grain. Sown winter wheat variety Moscow 40 on dark gray forest soil. Seeds of the 1st reproduction. The precursor was buckwheat. Analysis of the results showed that seed dressing of winter wheat with fungicide Scarlet, ME (imazalil + tebuconazole) helped to protect the crop from fungal diseases until the end of June. Double treatment of crops with Vitaplan biofungicide (titer $10+10$ COE/g) *Bacillus subtilis*. Strain VKM-B-2604D + *Bacillus subtilis*. strain VKM-B-2605D) and chemical fungicide Amistar Extra, SC (azoxystrobin+cyproconazole) had a significant impact on reducing the incidence and development of fungal diseases. Biological effectiveness of chemical fungicide compared to biological fungicide was higher in the phase of milk-wax ripeness of grain by 23.8%. Yield increase compared to the control when using the biological preparations Nigor (buckwheat bioflavonoids) and Nigor++ (buckwheat bioflavonoids and *Trichoderma atrobrunneum* exometabolites VKPM F-1434 in a 1:1 component ratio) was 7.1%, Vitaplan – 9.5%, Amistar Extra, SC – 14.3%.*

Keywords: winter wheat, biopreparations, biological efficiency, yield, grain quality.

Возрастающие масштабы применения интенсивных и энергосберегающих технологий позволили земледельцам получать высокие урожаи зерна озимой пшеницы - до 7-9 т/га. При этом остро и актуально встал вопрос о сокращении использования химических средств защиты и замены их на биопрепараты в целях получения экологически безопасной продукции и снижения пестицидной нагрузки на агроценоз [1-3].

Перед аграриями поставлена задача биологизации и экологизации производства сельскохозяйственной продукции. Это достигается внедрением новых сортов, которые отличаются высокой продуктивностью и устойчивостью к сумме неблагоприятных факторов природной среды [4]. Кроме того, повысить адаптивные свойства растений можно за счет использования иммуномодуляторов, стимуляторов роста и развития, созданных на основе продуктов метаболизма микроорганизмов и вытяжек из растений [5-7]. Большое влияние на общее состояние растений оказывают способы обработки почвы, удобрения и средства защиты растений [8]. Изучение механизмов, лежащих в основе защитного действия полезных грибов против болезней растений, позволит подвести теоретическую основу для создания новых биофунгицидов и внедрения их в производство [9]. Одним из путей снижения пестицидной нагрузки на агроценоз является использование биологических средств защиты растений наряду с химическими [10].

Цель исследований – регуляция фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы на основе применения биостимуляторов и биофунгицидов. В задачи исследований входило изучение фитосанитарной ситуации посевов, проведение учетов грибных болезней, степени их распространения, обоснование применения биологических фунгицидов и биостимуляторов на посевах озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований

В опыте использовали сорт озимой пшеницы Московская 40, семена 1-й репродукции. Посев проводили в первой декаде сентября 2019 и 2020 гг. обработанными семенами фунгицидным протравителем Скарлет, МЭ (имазалил+тебуконазол). Предшественник – гречиха. Тип почвы – темно-серая лесная среднесуглинистая. Кислотность почвы – 5,7. Содержание макроэлементов: P_2O_5 – 11,5 мг/100 г почвы, K_2O – 10,9 мг/100 г почвы, содержание гумуса 4,1%.

Изучали следующие средства защиты посевов озимой пшеницы от возбудителей грибных болезней: (азоксистробин+ципроканазол)

Амистар Экстра, СК (азоксистробин+ципроканазол) - системный фунгицид для борьбы с широким спектром болезней на зерновых культурах.

Витаплан, СП (титр $10+10$ КОЕ/г) *Bacillus subtilis*. Штамм VKM-B-2604D + *Bacillus subtilis*. штамм VKM-B-2605D. Препарат блокирует зооспорангии грибных болезней.

Биостимулятор Нигор, полученный на основе биофлавоноидов гречихи (патент РФ № 2463759).

Комплексный биостимулятор и одновременно биофунгицид Нигор++ содержит кроме биофлавоноидов экзометаболиты *Trichoderma atroviride* ВКПМ F-1434 в соотношении компонентов 1:1. Биопрепараты Нигор и Нигор++ предоставлены для испытаний доктором сельскохозяйственных наук Павловской Н.Е., за что авторы выражают благодарность.

Обработки проводили в третьей декаде мая в фазу начала выхода в трубку и повторно во второй декаде июня в фазу колошения по флаговому листу. Учет болезней проводили непосредственно перед обработкой и через 20 и 40 дней после обработки. Состояние растений озимой пшеницы в дни обработок хорошее, фитотоксичность не проявлялась.

Распространение болезней устанавливали в результате осмотра участков и подсчета на них количества растений с признаками болезней и указанием вида болезни. Для оценки степени развития болезней применяли комбинированную процентно-балльную шкалу: 0 – отсутствие болезни; 1 – поражено до 10% поверхности; 2 – от 1 до 25%; 3 – от 26 до 50%; 4 – свыше 50% поверхности. Для отбора проб применяли рамку 0,5x0,5=0,25 м². Расчет биологической эффективности проводили по формуле $C=(A-B/A) \times 100$ где: С - биологическая эффективность в %; А – развитие болезни до обработки или без обработки; В - то же после обработки.

Метеоусловия в дни обработок были следующие: температура 20-24°С, влажность 48-50%, облачность 2 балла, скорость ветра 3-4 м/с. Осадки не выпадали. Учеты степени развития и поражения посевов озимой пшеницы болезнями, а также биологическую эффективность фунгицидов проводили в соответствии с общепринятой методикой. Урожай убирали в конце первой декады августа.

Результаты и их обсуждение

Учет болезней, проведенный в фазу начала выхода в трубку позволил выявить единичное проявление только мучнистой росы на контрольном варианте (рис. 1-2). Это свидетельствует о том, что использование протравителя семян Скарлет, МЭ является высокоэффективным агроприемом, который позволяет защищать посевы озимой пшеницы от грибных болезней в фазу кущения и начала выхода в трубку.

Во второй декаде июня в фазу колошения складывались благоприятные погодные условия для развития болезней, таких как бурая листовая ржавчина, септориоз, гельминтоспориоз. Выпавшие обильные осадки и значительное похолодание в начале июня, а затем резкое потепление спровоцировали распространение и развитие болезней. Применяемые средства защиты сдерживали их проявление. Так, на контрольном варианте развитие болезней составило 34,7% (табл. 1). Биологическая эффективность биофунгицида Витаплан, СП составила 30,1%, химического фунгицида Амистар Экстра, СК – 60,5%. Биопрепараты Нигор и Нигор++ также оказали положительное влияние на фитосанитарное состояние посевов, т.к. сдерживали развитие болезней на 15,6 и 18,4% соответственно.



Рис. 1-2. Мучнистая роса на озимой пшенице в фазу выхода в трубку, 2021 г.

Таблица 1

Развитие грибных болезней на посевах озимой пшеницы через 20 дней после обработки

№	Вариант	Кол-во учетных растений, шт.	Кол-во пораженных раст., шт.	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
1	Контроль	100	34,7	34,7	-
2	Витаплан, СП	100	24,3	24,3	30,1
3	Нигор	100	29,3	29,3	15,6
4	Нигор++	100	28,3	28,3	18,4
5	Амистар Экстра, СК	100	13,7	13,7	60,5
	НСР ₀₅	-	-	3,18	5,46

В фазу молочно-восковой спелости биопрепарат Витаплан снизил количество пораженных растений на 22%, биологическая эффективность составила 26.2%. При использовании химического фунгицида Амистар Экстра, СК выявлены значительно лучшие результаты – соответственно 42% и 50%. Биостимуляторы Нигор и Нигор++ снизили количество пораженных растений на 10 и 14% соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Учет болезней растений озимой пшеницы в фазу молочно-восковой спелости зерна в первой декаде июля

Вариант	Учетных растений, (шт.)	Больных растений (поражение флагового листа), (шт.)	Пораженных растений, %	Биологич. эффективность, %
Контроль	50	42	84	-
Витаплан, СП	50	31	62	26,2
Нигор	50	37	74	11,9
Нигор++	50	35	70	16,7
Амистар Экстра, СК	50	21	42	50,0
НСР ₀₅	-	-	-	4,21

Анализ структуры формирования урожайности и учет урожая озимой пшеницы показал, что биофунгицид Витаплан и биостимуляторы Нигор и Нигор++ дали прибавку 0,3-0,4 т/га к контрольному варианту (табл. 3). На фоне положительного защитного влияния на посевы озимой пшеницы фунгицид Амистар Экстра обеспечил повышение урожайности на 0.6 т/га по сравнению с контролем.

Таблица 3

Качество зерна озимой пшеницы в опыте с применением биологических и химических средств защиты

Вариант	Масса 1000 зерен, (г)	Урожайность, (т/га)	Протеин, %	Клейковина, %	Седиментация, мл
Контроль	43,3	4,2	13,9	24,4	42,2
Витаплан, СП	45,3	4,6	14,4	26,5	45,1
Нигор	47,6	4,5	15,0	27,2	45,2
Нигор++	47,9	4,5	14,6	26,2	48,6
Амистар Экстра, СК	42,5	4,8	14,4	25,0	45,4
НСР ₀₅	1,76	0,24	0,43	0,52	2,12

При определении качества зерна влажность последнего была на уровне 13,9-14,0%, что соответствует ГОСТу. На контрольном варианте содержание сырого протеина составило 13,9%. На варианте с использованием биопрепарата Нигор прибавка по данному показателю составила 1,1%. На остальных вариантах – 0,5-0,7%. Содержание клейковины варьировало в пределах от 24,4 до 27,2%. Минимальная прибавка 0,6% выявлена на варианте с химическим фунгицидом Амистар Экстра, СК. На вариантах с биопрепаратами прибавка составила 1,8-2,8%.

По содержанию крахмала выделены два варианта – Витаплан, СП и Амистар Экстра, СК (68,5 и 68,0% соответственно). Прибавка по отношению к контролю составила 6,3 и 6,8%.

Показатель «седиментация» определяет качество муки и хлебобулочных изделий из этой муки. Разработана соответствующая классификация мягкой пшеницы по показателям седиментации: сильная – 50 мл и выше; ценная – 30-40 мл; слабая – менее 30 мл. По результатам наших исследований мука со всех вариантов относится к категории ценной. На варианте с использованием биопрепарата Нигор++ данный показатель достиг максимального значения – 48,6 мл.

Несмотря на относительно благополучные метеоусловия вегетационных периодов в плане сдерживания развития грибных болезней, применяемые средства защиты оказали положительное влияние на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы. Наблюдения показали, что в период возобновления вегетации весной и на начальных фазах развития культуры, применяемые химические и биологические фунгициды сдерживали развитие болезней вплоть до фазы молочно-восковой спелости. Это открывает перспективу дальнейшего применения биофунгицидов в целях снижения пестицидной нагрузки на агробиоценоз. Обязательным агроприемом является использование протравителей семян. В период весеннего возобновления вегетации в фазу начала выхода в трубку целесообразно использовать системный химический фунгицид Амистар экстра, СК, поскольку продолжительность его защитного действия составляет до 3-х недель. В дальнейшем в зависимости от погодных условий и распространения болезней можно применять биологические препараты с интервалом 7-10 дней.

Выводы

1. Протравливание семян озимой пшеницы фунгицидом Скарлет, МЭ способствовало защите культуры от грибных болезней вплоть до конца июня.
2. Двукратная обработка посевов биофунгицидом Витаплан и химическим фунгицидом Амистар Экстра, СК оказали существенное влияние на снижение распространенности и развития грибных болезней. Биологическая эффективность химического фунгицида по сравнению с биологической была выше в фазу молочно-восковой спелости зерна на 23,8%.
3. Прибавка урожайности озимой пшеницы по сравнению с контролем при использовании биопрепаратов Нигор и Нигор++ составила 7,1%, Витаплан – 9,5%, Амистар Экстра, СК – 14,3%.

Литература

1. Койшыбаев М. Болезни пшеницы: монография. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). – Антара. – 2018. – 394 с.
2. Шабалкин А.В., Иванова О.М., Скорочкин Ю.П. и др. Технология выращивания озимой пшеницы в Тамбовской области. – Тамбов. - 2019. – 158 с.
3. Сандухадзе Б.И., Бугрова В.В., Крахмалёва М.С. и др. Особенности генотипа сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Нечерноземной зоны РФ // Российская сельскохозяйственная наука, - 2020. - № 5. – С. 8-11. DOI: 10.31857/S2500262720050026
4. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С. и др. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, элементы её структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2021. - № 3 (39). – С. 17-22. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22
5. Patrick du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation // Scientia Horticulturae. - 2015. - 196 p. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
6. Naeem Khan N, Asghari M, Bano D, Babar Ali. Impacts of plant growth promoters and plant growth regulators on rain fed agriculture // PLoS ONE. – 2020. – V. 15(4). – P. 1-32. DOI: 10.1371/journal.pone.0231426
7. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И. Микробиологические препараты для защиты пшеницы от возбудителей грибных болезней // Агрехимия. - 2017. - № 6. – С. 81-91

8. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Влияние основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2021. - № 4 (40). – С. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58
9. Mansour Ghorbanpour, Mahtab Omidvari, Payman Abbaszadeh-Dahaji and others. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases // Biological Control. - 2018. - V. 117. - P. 147-157.
10. Rezvyakova S, Eremin L, Matveychuk P, Mitina E The influence of biofungicide and chemical fungicides on the manifestation of diseases and the yield of soybeans // E3S Web of Conferences. 2. Сер. "International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021". – 2021. DOI:10.1051/e3sconf/202124701046

References

1. Koishybaev M. Diseases of wheat: a monograph. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Antara, 2018, 394 p.
2. Shabalkin A.V., Ivanova O.M., Skorochkin Y.P. et al. Technology of growing winter wheat in the Tambov region. Tambov, 2019, 158 p. (In Russian)
3. Sandukhadze B.I., Bugrova V.V., Krakhmalieva M.S. et al. Peculiarities of the genotype of winter wheat varieties cultivated in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation, *Russian Agricultural Science*, 2020, No 5, pp. 8-11. DOI: 10.31857/S2500262720050026
4. Sandukhadze B.I., Mammadov R.Z., Krakhmaleva M.S. et al. Yield of winter soft wheat varieties, elements of its structure and adaptive properties in conditions of Non-Chernozem zone, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, No 3 (39), pp. 17-22. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22 (In Russian)
5. Patrick du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation, *Scientia Horticulturae*, 2015, 196 p. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
6. Naeem Khan N, Asghari M, Bano D, Babar Ali. Impacts of plant growth promoters and plant growth regulators on rain fed agriculture, PLoS ONE, 2020, V. 15(4), pp. 1-32. DOI: 10.1371/journal.pone.0231426
7. Grishechkina L. D., Dolzhenko V. I. Microbiological preparations for the protection of wheat from fungal pathogens, *Agrochemistry*, 2017, No 6, pp. 81-91 (In Russian)
8. Vorontsov V.A., Skorochkin Y.P. Influence of main tillage, fertilizers and plant protection agents on productivity of winter wheat, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, No 4 (40), pp. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58 (In Russian)
9. Mansour Ghorbanpour, Mahtab Omidvari, Payman Abbaszadeh-Dahaji and others. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases, *Biological Control*, 2018, V. 117, pp. 147-157.
10. Rezvyakova S, Eremin L, Matveychuk P, Mitina E The influence of biofungicide and chemical fungicides on the manifestation of diseases and the yield of soybeans, E3S Web of Conferences. 2. Ser. "International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021", 2021. DOI:10.1051/e3sconf/202124701046