

## ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ АБОРИГЕННЫМИ ШТАММАМИ *BACILLUS SUBTILIS* НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ ГРИБНОЙ ЭТИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Михаил Владимирович Сапожков

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова

Проведены исследования по выявлению влияния некорневой обработки биологическими препаратами на продуктивность озимой мягкой пшеницы. опыты были заложены на ровных участках, расположенных в лесостепи Воронежской области, почвы которых представлены черноземом выщелоченным малогумусным среднесуглинистым. Объектом исследования являлась озимая мягкая пшеница сорта Губернатор Дона, технология возделывания – общепринятая в ЦЧР. Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (обработка водой); 2 – эталон (обработка крезацином – 4 г/га); 3 и 4 – опрыскивание растений *Bacillus subtilis* штамм 17 (8) соответственно в дозе 4 и 8 г/га; 5 и 6 – опрыскивание растений *Bacillus subtilis* штамм 20 соответственно в дозе 4 и 8 г/га. Опрыскивание было проведено в 1-й декаде мая (начало выхода в трубку), расход рабочей жидкости составил 200 л/га. Развитие и распространение заболеваний листового аппарата (ржавчины) и корневой системы учитывали во 2-й декаде июня. Уборка опытных делянок проходила в конце июля. В результате проведенных исследований было выявлено, что обработки растений озимой пшеницы суспензиями *Bacillus subtilis* штамм 17 (8) и штамм 20 способствовали снижению развития и распространения корневых гнилей и бурой ржавчины соответственно на 4,0-35,4 и 3,5-4,6 абс. % и на 18,0-41,3 и 8,7-12,4 абс. % и, как следствие, повышению урожайности культуры на 5,9-10,9 ц/га. Самая высокая урожайность (41,2 ц/га) отмечена при обработке растений озимой пшеницы суспензией *Bacillus subtilis* 17 (8) в дозе 8 г/га, что превышает контроль на 10,9 ц/га, или 35,9%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: озимая пшеница, *Bacillus subtilis*, болезни, корневая гниль, бурая ржавчина, урожайность.

## THE EFFECT OF FOLIAR TREATMENT WITH NATIVE STRAINS OF *BACILLUS SUBTILIS* ON PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT AND SPREADING OF FUNGOID DISEASES UNDER CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

Mikhail V. Sapozhkov

A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar

The author conducted a research on the effect of foliar treatment with biological preparations on the productivity of soft winter wheat. The experiments were laid in flat sites located in the forest-steppe of Voronezh Oblast, where the soil was represented by leached low-humic medium-loamy chernozem. The object of research was soft winter wheat of the Gubernator Dona cultivar planted according to the technique conventional for the Central Chernozem Region. The experimental scheme included the following variants: 1 – control (treatment with water); 2 – standard (treatment with Cresacin 4 g/ha); 3 and 4 – spraying of plants with *Bacillus subtilis* of strain 17 (8) in a dose of 4 g/ha and 8 g/ha, respectively; 5 and 6 – spraying of plants with *Bacillus subtilis* of strain 20 in a dose of 4 g/ha and 8 g/ha, respectively. Spraying was carried out in the 1<sup>st</sup> decade of May (at the beginning of stock-shooting stage) with fluid consumption of 200 L/ha. The development and spreading of diseases of the leaf apparatus (rust) and rooting system was considered in the second decade of June. Experimental plots harvesting was carried out at the end of July. As a result of experiments it was found that treatment of winter wheat plants with *Bacillus subtilis* of strain 17 (8) and strain 20 contributed to a decrease in the development and spreading of root rots and brown rust by 4.0-35.4 and 3.5-4.6 absolute percents and by 18.0-41.3 and 8.7-12.4 absolute percents and a subsequent increase in the yield by 5.9-10.9 c/ha. The highest productivity (41.2 c/ha) was noted after treating the winter wheat plants with *Bacillus subtilis* 17 (8) suspension in a dose of 8 g/ha, which exceeded the control by 10.9 c/ha, or by 35.9%.

KEY WORDS: winter wheat, *Bacillus subtilis*, diseases, root rot, brown rust, productivity.

**В** ведение

Разработка альтернативных мер защиты растений является одним из важнейших направлений в сельском хозяйстве, что связано с усугублением экологической ситуации, стремлением уменьшить загрязнение агроландшафтов и получать сельскохозяйственную продукцию с минимальным использованием агрохимикатов [2, 5-8, 15, 16, 17].

Биопрепараты как химические вещества активно воздействуют на семена и растения, что расширяет возможности их применения с целью повышения продуктивности агрофитоценозов и улучшения качественных характеристик растениеводческой продукции. Интерес к данной группе препаратов обусловлен широким спектром их действия на растения, возможностью направленно регулировать определенные этапы роста и развития для повышения урожайности и возделываемых сельскохозяйственных культур и качества зерна, а также способностью повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды (высоким и низким температурам, недостатку влаги и т. д.) [4, 12, 15, 16].

Пшеница, как и другие культурные злаки, поражается и повреждается многими болезнями и вредителями, в результате чего снижается урожай и ухудшается его качество. Анализ современной ситуации, связанной с внедрением интенсивных методов выращивания этой культуры, показывает, что, несмотря на растущие затраты на защиту, потери урожая от болезней имеют тенденцию к повышению одновременно с ростом продуктивности культуры.

Фузариозная корневая гниль вызывается грибами рода *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichiella*, *F. solani* и др.). Поражает не только пшеницу, но и рожь, ячмень, злаковые травы, слабее – овес и многие другие культуры (более 200 видов культурных растений) [3]. Заболевание является одной из главных причин гибели всходов и раннего усыхания растений на корню. Если проростки незначительно поражены и растения выживают, то корневая гниль может возникнуть позже. Чаще всего наблюдается вторичная инфекция, вызванная другими почвенными патогенами. Корневая гниль может вызвать значительные потери урожая, уменьшая количество побегов, вес зерна и количество зерен в колосе [3, 13, 14].

Возбудителем бурой ржавчины является двудомный гриб *Puccinia recondita* f. sp. *Triticis*. Ржавчинные болезни нарушают водный режим растений, увеличивая транспирацию, вызывая снижение фотосинтетической активности листьев и нарушая процессы метаболизма в растениях, что приводит к задержке роста и запаздыванию фазы колошения. При этом резко снижается засухоустойчивость растений. Сильное поражение бурой листовой ржавчиной приводит к преждевременному созреванию посевов и значительному недобору урожая, особенно при недостатке почвенной влаги [3].

Учитывая то, что патогенные грибы способны сохраняться в почве в течение нескольких лет, а севообороты в борьбе с ними часто не дают должного эффекта, в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» проводятся исследования с целью определения влияния некорневой обработки бактериальными препаратами на урожайность озимой пшеницы и распространение болезней грибной этиологии (корневая гниль и бурая ржавчина) в условиях лесостепи ЦЧР.

**Методика проведения исследований**

Исследования проводили на опытном поле ВНИИСС в п.г.т. Рамонь Воронежской области в 2013/14-2015/16 сельскохозяйственных годах. Почва – чернозем выщелоченный малогумусный среднесуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках на водораздельном плато рек Дон и Воронеж, микрорельеф участка ровный.

На опытном участке высеивали озимую пшеницу сорта Губернатор Дона (оригинатор – ФГБНУ «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства» ФАНО).

Использовалась общепринятая для ЦЧР технология возделывания озимой пшеницы [1, 12]. Площадь опытной делянки – 25 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 10 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

В исследованиях использовались бактериальные суспензии на основе аборигенных штаммов *Bacillus subtilis* 17 (8) и *Bacillus subtilis* 20. Опрыскивание биопрепаратами было проведено в 1-й декаде мая (начало выхода в трубку). Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Нормы расхода бактериальных суспензий составляли 4 и 8 г/га.

Развитие и распространение заболеваний листового аппарата (ржавчины) и корневой системы учитывали во второй декаде июня согласно утвержденным методическим указаниям [9-11]. Уборка опытных делянок проходила в конце июля.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1 – контроль (обработка водой);
- 2 – эталон (крезацин – 4 г/га);
- 3 – опрыскивание растений суспензией *Bacillus subtilis* штамм 17 (8) в дозе 4 г/га;
- 4 – опрыскивание растений суспензией *Bacillus subtilis* штамм 17 (8) в дозе 8 г/га;
- 5 – опрыскивание растений суспензией *Bacillus subtilis* штамм 20 в дозе 4 г/га;
- 6 – опрыскивание растений суспензией *Bacillus subtilis* штамм 20 в дозе 8 г/га.

**Результаты исследований**

В ходе проведенных исследований изучали действие биопрепаратов на развитие и распространение корневых гнилей в посевах озимой пшеницы. Результаты проведенных учетов и наблюдений представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Развитие и распространение корневых гнилей в посевах озимой пшеницы (в среднем за 2014-2016 гг.)**

Варианты	Распространение корневых гнилей, %		Интенсивность развития болезни, %	
	Выход в трубку	Молочно-восковая спелость	Выход в трубку	Молочно-восковая спелость
Контроль	55,3	64,0	22,3	55,7
Эталон (крезацин – 4 г/га)	38,7	49,3	16,3	55,3
<i>Bacillus subtilis</i> 17 (8) – 4 г/га	24,0	36,0	14,7	32,3
<i>Bacillus subtilis</i> 17 (8) – 8 г/га	37,3	43,7	18,3	42,7
<i>Bacillus subtilis</i> 20 – 4 г/га	24,7	30,7	12,3	20,3
<i>Bacillus subtilis</i> 20 – 8 г/га	15,0	22,7	13,0	22,7

В опытах обработка растений озимой пшеницы крезацином (эталон) существенно не повлияла на интенсивность развития корневых гнилей. При обработке растений озимой пшеницы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* 20 в дозе 4 и 8 г/га отмечено снижение распространения корневой гнили соответственно на 30,6 и 40,3 абс. % в фазе трубкования и на 33,3 и 41,3 абс. % – в фазе молочно-восковой спелости (табл. 1). Опрыскивание растений озимой пшеницы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* 17 (8)

в таких же дозах, хотя показатели были несколько ниже, но также способствовало снижению распространения и развития корневых гнилей соответственно на 31,3 и 28,0 абс. % в фазе выхода в трубку и на 18,0 и 20,3 абс. % – в фазе молочно-восковой спелости.

Снижение интенсивности развития болезни по сравнению с контролем было отмечено на всех вариантах опыта, но в разной степени. При обработке растений озимой пшеницы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* 17 (8) в дозе 4 и 8 г/га отмечено снижение изучаемого показателя соответственно на 7,6 и 4,0 абс. % в фазе трубкования и на 23,4 и 13,0 абс. % – в фазе молочно-восковой спелости. Опрыскивание растений озимой пшеницы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis* 20 в тех же дозах способствовало уменьшению интенсивности развития болезни соответственно на 10,0 и 9,3 абс. % в фазе выхода в трубку и на 35,4 и 33,0 абс. % – в фазе молочно-восковой спелости.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что обработка растений суспензиями на основе аборигенных штаммов *Bacillus subtilis* 17 (8) и *Bacillus subtilis* 20 способствует снижению как развития, так и распространения корневых гнилей растений озимой пшеницы.

Также в исследованиях изучали действие биопрепаратов на развитие и распространение бурой ржавчины в посевах озимой пшеницы. Результаты проведенных учетов и наблюдений представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Развитие и распространение бурой ржавчины в посевах озимой пшеницы (в среднем за 2014-2016 гг.)**

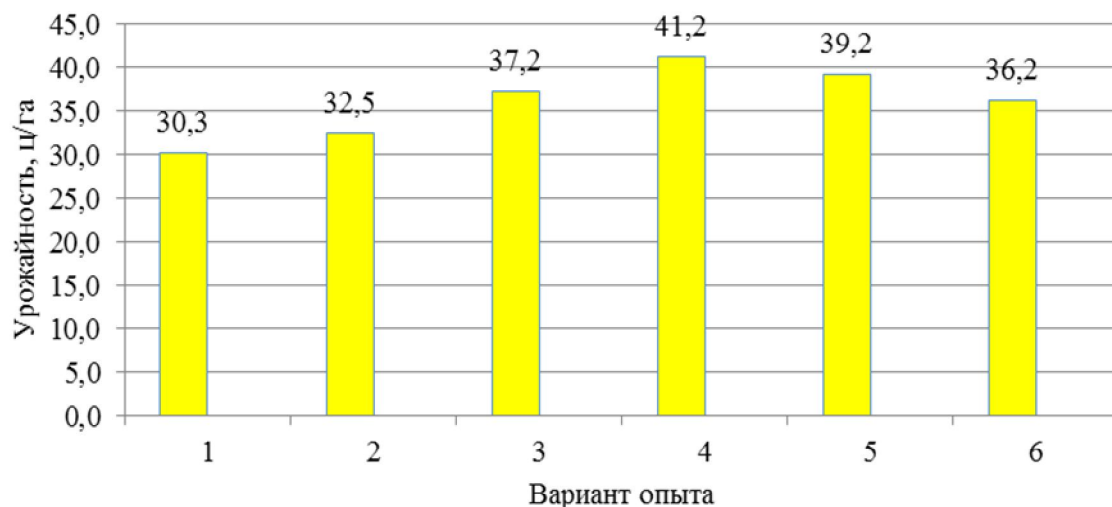
<b>Варианты</b>	<b>Развитие, %</b>	<b>Распространение, %</b>
Контроль	10,3	26,7
Эталон (крезацин – 4 г/га)	9,4	22,7
<i>Bacillus subtilis</i> 17 (8) – 4 г/га	5,9	17,0
<i>Bacillus subtilis</i> 17 (8) – 8 г/га	6,8	18,0
<i>Bacillus subtilis</i> 20 – 4 г/га	5,8	16,3
<i>Bacillus subtilis</i> 20 – 8 г/га	5,7	14,3

В опытах при обработке растений озимой пшеницы крезацином (эталон) наблюдали лишь незначительное снижение распространения и развития ржавчины соответственно на 0,9 и 4,0 абс. %.

При обработке растений озимой пшеницы суспензией *Bacillus subtilis* 17 (8) в дозе 4 и 8 г/га отмечено снижение развития и распространения бурой ржавчины соответственно на 4,4 и 3,5 абс. % и на 9,7 и 8,7 абс. %. Выявлено снижение развития и распространения бурой ржавчины при обработке растений суспензией *Bacillus subtilis* 20 в дозе 4 и 8 г/га соответственно на 4,5 и 4,6 абс. % и на 10,4 и 12,4 абс. %.

Снижение распространения и развития заболеваний грибной этиологии корневой системы и листового аппарата способствовало повышению продуктивности озимой пшеницы. При опрыскивании растений озимой пшеницы препаратом крезацин в дозе 4 г/га (эталон) урожайность культуры значительно не изменилась. Обработка растений суспензией *Bacillus subtilis* 17 (8) в дозе 4 г/га способствовала увеличению урожайности на 6,9 ц/га, или 22,8%. Самая высокая урожайность в среднем за 3 года исследований была отмечена при использовании суспензии *Bacillus subtilis* 17 (8) в дозе 8 г/га. На этом варианте урожайность составила 41,2 ц/га, что превысило показатели контрольного варианта (30,3 ц/га) на 10,9 ц/га, или 35,9% (см. рис.).

Применение бактериальных суспензий *Bacillus subtilis* 20 в дозе 4 и 8 г/га повысило урожайность озимой пшеницы соответственно на 8,9 и 5,9 ц/га, или 29,4 и 19,5%.



Урожайность озимой пшеницы в среднем за 2014-2016 гг.: 1 – контроль (обработка водой); 2 – эталон (крезацин – 4 г/га); 3 – *Bacillus subtilis* 17 (8) – 4 г/га; 4 – *Bacillus subtilis* 17 (8) – 8 г/га; 5 – *Bacillus subtilis* 20 – 4 г/га; 6 – *Bacillus subtilis* 20 – 8 г/га

### Выводы

Выявлено снижение развития и распространения корневых гнилей и бурой ржавчины при обработке растений озимой пшеницы бактериальными суспензиями на основе аборигенных штаммов *Bacillus subtilis* 17 (8) и *Bacillus subtilis* 20, что, в свою очередь, способствовало повышению урожайности культуры.

Самая высокая урожайность в среднем за 3 года исследований была отмечена при использовании суспензии *Bacillus subtilis* штамм 17 (8) в дозе 8 г/га. На этом варианте урожайность составила 41,2, что превысило показатель контрольного варианта (30,3 ц/га) на 10,9 ц/га, или 35,9%

Даны рекомендации использовать препараты на основе аборигенных штаммов бактерий антагонистов фитопатогенов для борьбы с болезнями корневой системы и листового аппарата озимой пшеницы.

### Библиографический список

1. Агротехнологии зерновых и технических культур в Центральном Черноземье / В.А. Федотов [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2006. – 180 с.
2. Безлер Н.В. Регуляторы роста – средство увеличения сбора сахара / Н.В. Безлер, В.И. Кураков // Сахарная свекла. – 1992. – № 6. – С. 14-16.
3. Гришечкина Л.Д. Бактериальные препараты в борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Современные средства, методы и технологии защиты растений : матер. междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 48-52.

4. Думбров С.И. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях каштановых почв Волгоградской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Думбров С.И. – Волгоград, 2008. – 23 с.
5. Ермакова Н. В Особенности развития, формирования урожая и качества зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Ермакова Н.В. – Воронеж, 2009. – 213 с.
6. Захаренко В.А. Современная защита растений и ее научное обеспечение / В.А. Захаренко // Агро XXI. – 2003. – № 1-6. – С. 34-39.
7. Использование регуляторов роста растений на радиоактивно загрязненных территориях / А.С. Филипас [и др.] // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 1. – С. 38-39.
8. Никонов П.В. Экология. Проблемы остаются / П.В. Никонов, А.П. Твердюков // Защита растений. – 1992. – № 5. – С. 16-17.
9. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / Пер. с нем. К.В. Попковой, В.А. Шмыгли. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 224 с.
10. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при Минсельхозе СССР, ВНИИ защиты растений; [Подготовили Баталова Т.С. и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 130 с.
11. Методические указания по комплексной оценке эффективности полифункционального действия препаратов-фитоактиваторов иммунитета и продуктивности / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева, И.Ю. Бобрешова. – Рамонь, 2009. – 45 с.
12. Озимая твердая и тургидная пшеница в ЦЧР : монография / В.А. Федотов, Н.В. Подлесных, А.Н. Цыкалов и др.: под общ. ред. проф. В.А. Федотова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 223 с.
13. Панина Н.В. Влияние физиологически активных веществ на первоначальные показатели роста ячменя / Н.В. Панина // Аграрная наука в начале XXI века: матер. междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2001. – Ч. II. – С. 140-143.
14. Панина Н.В. Влияние цитодефа на продуктивность ярового ячменя / Н.В. Панина // Агробиохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур : матер. междунар. науч. конф. – Москва : Агроконсалт, 2002. – С. 86-88.
15. Федотов В.А. Проявление синергизма при совместной обработке семян и растений озимой твердой пшеницы / В.А. Федотов, Н.В. Подлесных, Е.А. Купряжкин // Агропромышленный комплекс на рубеже веков : матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. II. – С. 169-174.
16. Podlesnykh N.V. Influence of preseedling processing of seeds and notroot top dressing of plants on productivity of winter solid wheat in the conditions of the forest-steppe of Central Chernozem Region / N.V. Podlesnykh, V.A. Fedotov, E.A. Kupryazhkin // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования : матер. междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов на иностранных языках. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 32-39.
17. Podlesnykh N.V. Growth, development, productivity and quality of winter durum and soft wheat in the conditions of the Voronezh region / N.V. Podlesnykh // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования : матер. междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов на иностранных языках. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 53-56.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ Принадлежность к организации

Михаил Владимирович Сапожков – аспирант лаборатории эколого-микробиологических исследований почв, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, тел. 8(47340) 5-33-26, E-mail: m.sapozhkov@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 25.11.2016

Дата принятия к печати 15.12.2016

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Mikhail V. Sapozhkov – Post-graduate Student, Ecological and Microbiological Research Laboratory, A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Russian Federation, Voronezh Oblast, Ramonsky District, VNISS settlement, tel. 8(47340) 5-33-26, m.sapozhkov@mail.ru.

Date of receipt 25.11.2016

Date of admittance 15.12.2016