



ISSN 1727-1320 (Print),  
ISSN 2308-6459 (Online)

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2021    ТОМ    ВЫПУСК  
          VOLUME    104    ISSUE    4



Санкт-Петербург  
St. Petersburg, Russia

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ И ФУНГИЦИДАМИ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ: I. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.Г. Власенко<sup>1\*</sup>, В.А. Павлюшин<sup>2</sup>, О.И. Теплякова<sup>1</sup>, О.В. Кулагин<sup>1</sup>, Д.О. Морозов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Краснообск

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>ООО «АгроБиоТехнология», Москва

\* ответственный за переписку, e-mail: vlas\_nata@ngs.ru

В работе представлены данные по сравнительному испытанию химических, грибных и бактериальных фунгицидов, а также их роли в ограничении вредоносности основных болезней яровой пшеницы. Исследования проводили на черноземе выщелоченном лесостепи Приобья Новосибирской области. Показано, что внесение Стернифага, СП снижает развитие корневых гнилей в конце вегетации на 48%, что сопоставимо с действием химического протравителя Скарлет, МЭ (имазалил+тебуконазол) и немного уступает действию грибного препарата Трихоцин, СП с бактериальным препаратом Витаплан, СП (55%). Предпосевная обработка семян эффективно снижала развитие листовых инфекций: Скарлет, МЭ подавлял развитие септориоза на 54%, Скарлет, МЭ+Витаплан, СП – мучнистую росу на 69%, Трихоцин, СП+Витаплан, СП – бурую ржавчину на 74%. Обработка посевов фунгицидом Титул 390, ККР снизила развитие этих болезней на 60, 81 и 85%, соответственно. Алирин-Б, Ж с Трихоцином, СП на 64% подавляли бурую ржавчину. Целлюлозолитическая активность почвы в результате действия биопрепаратов и Стернифага, СП увеличивалась в 1.3–1.9 раза по сравнению с контролем, количество растительных остатков уменьшилось в 2.4 и 1.9 раза через 15 и 30 дней после применения. Наибольшую прибавку урожая обеспечили химические фунгициды – 0.7 т/га, им не уступало использование Алирина-Б, Ж с Витапланом, СП на фоне протравливания фунгицидом Скарлет, МЭ.

**Ключевые слова:** болезни яровой пшеницы, защита растений, вредоносность, целлюлозолитическая активность, растительные остатки, урожайность

Поступила в редакцию: 09.06.2021

Принята к печати: 03.12.2021

Экологическая безопасность технологий возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает проведение защитных мероприятий, не наносящих вреда окружающей среде, с сохранением функций ее саморегулирования и быстрого восстановления (Санин, 2017), и прежде всего – почвенного плодородия (Кирюшин, 2011). В настоящее время актуальны экологически и экономически обоснованные исследования по поиску высокоэффективных биофунгицидов, ускоряющих рост растений, способных контролировать фитосанитарное состояние посевов и оказывать прямое или опосредованное положительное воздействие на биогенность почвы (Alabouvette et al., 2006; O'Brien, 2017; Tariq et al., 2020). Обладающие данными свойствами препараты, наравне с химическими, будут востребованы в современных технологиях интенсивного растениеводства с включением адаптивно-интегрированной системы защиты растений, которая должна быть многовариантной и перестраиваемой (Санин, 2017, Санин, 2020) в зависимости от уровня интенсивности технологического процесса.

Для достижения гарантированного уровня количества и качества урожая, а также экологической безопасности в агроэкосистемах, ключевое значение приобретают многофакторный учет и технологическая реализация набора элементов в фитосанитарной оптимизации агроэкосистем (Павлюшин и др., 2020).

Наиболее перспективны для подобного использования грибы р. *Trichoderma* – основа биопрепаратов Глиокладин, Стернифаг, Триходермин Нова и др.

Существует несколько механизмов для объяснения положительного воздействия *Trichoderma* spp. на растение-хозяина. Одним из них является большое разнообразие производимых метаболитов. Они не только непосредственно подавляют рост и патогенную активность паразитов, но и повышают сопротивляемость растений болезням. Запуск системы защиты растения-хозяина обеспечивает противодействие заболеванию и компенсаторный вегетативный рост за счет увеличения роста корней и побегов (Benítez et al., 2004, Vinale et al., 2009, 2012, Смирнова и др., 2016). Обработка семян *Trichoderma* spp. запускает высвобождение и (или) выработку ферментов и фитогормонов, которые повышают всхожесть семян и дальнейший рост всходов. Прорастание семян увеличивается за счет непосредственного влияния *Trichoderma* spp. – активации ферментов и фитогормонов, и, косвенного, – изменения микрофлоры ризосферы и доступности питательных веществ в почве (Голованова и др., 2009, Singh et al., 2018). В условиях абиотических и биотических стрессов (осмотический, солевой, неоптимальные температуры, плохое качество семян, вызванное их старением) *T. harzianum* повышает интенсивность и равномерность прорастания семян, увеличивает жизнеспособность проростков и, снимая

стресс, вызывает физиологическую защиту растения-хозяина (Mastouri et al., 2010). В связи с интенсивной эксплуатацией почвы и повышенным внесением минеральных удобрений деградация растительных остатков в почве с годами становится все более сложной и медленной. Это нарушает структуру почвы и баланс питательных веществ и приводит к снижению ее плодородия. Для решения этой проблемы могут быть использованы микроорганизмы, в том числе грибы рода *Trichoderma*, способные разлагать растительные остатки в почве. Исследованиями установлено, что применение биопрепаратов-деструкторов ускоряет процессы минерализации и гумификации соломы в почве, снижает проявление ее фитотоксичности, увеличивает урожайность последующих культур (Cumagun et al., 2009, Русакова, 2018, Siva et al., 2019).

Активными продуцентами биологически активных веществ (аминокислот, различных ферментов, антибиотиков,

других веществ с фунгицидной активностью) являются бактерии р. *Bacillus* и *Pseudomonas*. На их основе созданы такие препараты как Споробактерин, Бактофит, Фитоспорин, Алирин-Б, Гамаир, Планриз, Псевдобактерин-2, Агат-25К, Бинорам, Биовайс и др. Биопрепараты используются как для предпосевной обработки семян, так и для обработок вегетирующих растений. Они показали хорошую эффективность против корневых гнилей и листовых болезней (Санин и др., 2012, Доронин и др., 2017, Власова и др., 2019).

Таким образом, цель исследований заключалась в сравнительной оценке эффективности использования биопрепаратов на основе *Trichoderma harzianum* и *Bacillus subtilis* и химических фунгицидов для улучшения фитосанитарного состояния посевов и повышения урожайности пшеницы в условиях лесостепной зоны Приобья.

### Материалы и методы

Исследования проведены в 2020 г. на полях стационара СибНИИЗиХ СФНЦА РАН, расположенном в лесостепной зоне Приобья. Почва участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый.

Метеоданные вегетационного периода 2020 года существенно отличались от среднееголетних значений по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Май текущего сезона особенно выделялся по температуре и режиму увлажнения. Температура воздуха в этом месяце превысила среднееголетние значения на 6.2 °С, а количество осадков превысило норму в 1.5 раза. В июне температура воздуха была на уровне среднееголетних значений, а приход атмосферной влаги в среднем за месяц был ниже нормы в 2.4 раза. В июле температурный режим превысил среднееголетние показатели на 0.6 °С, а осадков выпало в 1.2 раза больше нормы. Август был достаточно теплым: температура воздуха превысила среднееголетние значения на 2.8 °С. Приход атмосферной влаги в первой декаде месяца был в 1.7 раза ниже нормы, а во второй декаде осадков выпало в 2.2 больше среднееголетних значений. При этом в конце второй декады, 18.08., выпало 26.0 мм (из 43.0 мм) в виде сильного дождя и града.

Опыт размещали второй культурой после пара по зерновому предшественнику, высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 31. Основную обработку осенью проводили стойками СибИМЭ на 22–22 см, весной – закрытие влаги боронами БЗС-1, предпосевную обработку – культиватором «Степняк» на глубину заделки семян. Под предпосевную культивацию вносили удобрения из расчета 90 кг д.в./га азота и 30 кг д.в./га фосфора. Посев осуществляли 14 мая сеялкой СЗС-2,1 с анкерными сошниками с нормой высева пшеницы 6 млн. всхожих зерен/га.

В опыте изучали следующие факторы:

А – протравливание семян:

1. Контроль (без протравливания);
2. Трихоцин, СП (20 г/т) + Витаплан, СП (20 г/т);
3. Скарлет, МЭ (0.2 л/т) + Витаплан, СП (20 г/т);
4. Скарлет, МЭ (0.4 л/т);

В – фунгицидная обработка по вегетации и управление разложением растительных остатков, варианты этих факторов были заложены методом расщепленных делянок

для получения сочетания всех изучаемых факторов (Доспехов, 1985):

1. Контроль (без обработки);
2. Титул 390, ККР в фазе флаг лист – начало колошения, 0.26 л/га;
3. Алирин Б, Ж в кушение, 2.0 л/га + Витаплан, СП флаг лист – начало колошения, 40 г/га;
4. Алирин Б, Ж в кушение, 2.0 л/га + Трихоцин, СП флаг лист – начало колошения, 40 г/га;
5. Стернифаг, СП опрыскивание стерни до посева, 80 г/га + Алирин Б, Ж в кушение, 2 л/га + Витаплан, СП флаг лист – начало колошения, 40 г/га;
6. Стернифаг, СП опрыскивание стерни до посева 80 г/га + Алирин Б, Ж в кушение, 2 л/га + Трихоцин, СП флаг лист – начало колошения, 40 г/га. Опыт закладывали в 3-х кратном повторении.

Данная схема эксперимента направлена на подбор эффективного сочетания препаратов с различными механизмами фунгицидной, антагонистической и целлюлолитической активности, что повышает уровень гарантированной защиты пшеницы и позволяет уменьшить количество обработок по вегетации. Исследования эффективности препаратов, применяемых по отдельности, проводились ранее в многочисленных исследованиях, в связи с чем в настоящей работе некоторые обработки одиночными препаратами исключены с целью сокращения количества вариантов.

Характеристика препаратов. Скарлет, МЭ (имазалил 100 г/л+тебуконазол 60 г/л), Алирин Б, Ж (*Bacillus subtilis*) штамм В-10 ВИЗР, титр не менее  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл, Витаплан, СП (*Bacillus subtilis*), штамм ВКМ – В – 2604D титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г + (*Bacillus subtilis*), штамм ВКМ – В – 2605D титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г, Трихоцин, СП (*Trichoderma harzianum*), штамм Г-30, титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г, Стернифаг, СП (*Trichoderma harzianum*), штамм ВК – 4099D, титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г.

Протравливание проводили с увлажнением семян, расход рабочего раствора – 10 л/т. Площадь опытной делянки 24 м<sup>2</sup>, каждого протравителя – 432 м<sup>2</sup>. Обработку делянок препаратом Стернифаг, СП (80 г/га) проводили ручным опрыскивателем, расход рабочего раствора 200 л/га,

площадь обработки составила 576 м<sup>2</sup>. Площадь варианта по фунгицидной обработке составила – 288 м<sup>2</sup>.

В период вегетации против однодольных и двудольных сорняков проводили фоновую обработку баковой смесью гербицидов Аксилал, КЭ (1.0 л/га) + Примадонна, СЭ (0.4 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га).

Определение общей биологической активности почвы осуществляли стандартным универсальным аппликационным методом по интенсивности разложения клетчатки в полевых и лабораторных условиях, отражающим последнее действие абиотических и антропогенных факторов в пространстве и времени (Гаврилова и др., 2019, Овчинникова и др., 2009). В полевых условиях капроновые мешочки с целлюлозосодержащим материалом, закрепленном на стерильном стекле (4 повторности × 1 учет × 2 точки/делянку) вносили в почвенный разрез ризосферного слоя в фазе полных всходов, плотно примыкая их к корням растений. Для проведения лабораторных экспериментов методом почвенных пластинок отбирали пробы ризосферного слоя почвы из соответствующих вариантов полевого опыта. Время экспозиции целлюлозосодержащего материала на почвенных пластинках составил 30 суток; и разрезах в

полевых условиях – 30, 60, 90 суток. Уровень биологической активности почвы определяли по потере массы целлюлозосодержащего материала.

Растительные остатки из почвы слоя 0–10 см выделяли 28.05.2020 и 15.06.2020 из средней пробы почвы под посевом пшеницы без внесения и с внесением Стернифага согласно ГОСТ 23740-2016. Влажность почвы определяли согласно ГОСТ 28268-89.

Учет развития обыкновенной корневой гнили на растениях проводили в фазы кущения пшеницы и молочно-восковой спелости зерна дифференцированно по органам (Торопова и др., 2012), оценку пораженности посевов листовостеблевыми инфекциями (бурая ржавчина, септориоз, мучнистая роса) – в фазе налива зерна (Санин и др., 2002). Урожайность пшеницы учитывалась прямым комбайнированием, урожай семян приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности. Математическую обработку данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ СНЕДЕКОР для расчета средних значений, ошибки средней, НСР<sub>05</sub>, сравнение выборок по критерию U – Манна-Уитни и t- критерию Стьюдента (Сорокин, 2012).

### Результаты и обсуждение

Учеты развития корневых гнилей показали, что пораженность растений в фазе кущения была невысокой. В эту фазу развития растений наибольшая эффективность подавления болезни отмечена при обработке семян химическим протравителем, а его половинная норма с биологическим препаратом снизила индекс развития болезни на 53% по сравнению с контролем. Внесение Стернифага и обработка семян биопрепаратами практически не влияли на развитие инфекции (табл. 1).

Однако к фазе молочно-восковой спелости зерна там, где в почву вносили Стернифаг, пораженность растений корневой гнилью снизилась почти наполовину, что сопоставимо с действием химического протравителя, его смеси с биологическим препаратом и немного уступает

применению Трихоцина с Витапланом. Таким образом, химический препарат эффективнее действует на начальных этапах развития пшеницы, в то время как биопрепараты более пролонгированно защищают растения.

Рассматривая фитосанитарную ситуацию в отношении болезней листьев, следует отметить, что предпосевная обработка семян снижала развитие всех основных заболеваний – септориоза, мучнистой росы и ржавчины. Против септориоза наиболее эффективным был Скарлет (снижение развития болезни на 53.9%), против мучнистой росы – Скарлет+Витаплан (69%), против бурой ржавчины – Трихоцин+Витаплан (73.8%) (табл. 2).

Что касается обработок по вегетации и влияния внесения Стернифага, то следует отметить, что наиболее

**Таблица 1.** Влияние внесения Стернифага в почву и протравливания семян на развитие корневых гнилей в посеве пшеницы

Вариант	Кущение пшеницы		Молочно-восковая спелость зерна	
	развитие болезни, %	биологическая эффективность, %	развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	5.1		15.8	
Стернифаг	5.3	0	8.2*	48.1
Трихоцин+Витаплан	4.9	3.9	7.1*	55.1
Скарлет+Витаплан	2.4*	52.9	7.6*	51.9
Скарлет	1.8*	64.7	7.9*	50.0

\* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне P<sub>05</sub> по критерию U – Манна-Уитни.

**Table 1.** Effect of Sternifag application to soil and seed dressing on the development of root rot in wheat sowing

Treatment	Tillering Stage		Ripening Stage	
	Disease Incidence, %	Biological Efficacy, %	Disease Incidence, %	Biological Efficacy, %
Control	5.1		15.8	
Sternifag	5.3	0	8.2*	48.1
Trichotsin+Vitaflan	4.9	3.9	7.1*	55.1
Scarlet+Vitaflan	2.4*	52.9	7.6*	51.9
Scarlet	1.8*	64.7	7.9*	50.0

\*Treatments significantly differ from control (P<0.05) according to the Mann-Whitney U – criterion.

**Таблица 2.** Влияние обработки семян биопрепаратами на развитие болезней на флаг-листе, %

Вариант	Септориоз	Мучнистая роса	Бурая ржавчина
Контроль	17.8	6.9	6.1
Трихоцин+Витаплан	11.3*	2.6*	1.6*
Скарлет+Витаплан	11.7*	2.1*	3.3
Скарлет	8.2*	2.8	2.9*

\* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне  $P_{05}$  по критерию U – Манна-Уитни.

**Table 2.** Effect of seed dressing with biopreparations on the development of diseases on the flag leaf, %

Treatment	Blotch	Powdery Mildew	Brown Rust
Control	17.8	6.9	6.1
Trichotsin+Vitalplan	11.3*	2.6*	1.6*
Scarlet+Vitalplan	11.7*	2.1*	3.3
Scarlet	8.2*	2.8	2.9*

\*Treatments significantly different from each other ( $P<0.05$ ) according to the Mann-Whitney U – criterion.

эффективно снижала развитие болезней обработка фунгицидом Титул: на 60.1, 81.1 и 85.4% против септориоза, мучнистой росы и ржавчины, соответственно, по сравнению с контролем (табл. 3). Обработки Алирином с Витапланом и Алирином с Трихоцином в целом были менее эффективны, лишь ржавчину Алирин с Трихоцином подавляли на 63.9%. Внесение Стернифага имело неоднозначное влияние – в некоторых случаях на этом фоне развитие болезни было выше, а где-то ниже.

В период кушения было определено влияние обработки семян на биометрические показатели растений пшеницы. Выявлено, что протравливание семян не повлияло на длину растений и корней. На фоне применения Стернифага отмечен рост количества корней, особенно при протравливании семян Скарлетом. В вариантах с обработкой семян без внесения Стернифага биомасса корней возросла на 33.3–46.7%, а надземная биомасса – на 5.9–18.9%. При применении Стернифага данные показатели увеличились на 40–53.3% и 18.7–33.2% соответственно (табл. 4). Также показан рост биомассы корней на 33.3–46.7% и надземной

части растений на 5.9–18.9% при посеве обработанными семенами без внесения Стернифага, а при его использовании показатели увеличились на 40–53.3% и 18.7–33.2% соответственно.

Как показали наблюдения, обработка семян препаратами повлияла на структурные показатели посева яровой пшеницы. При этом обработка Трихоцином с Витапланом оказало большее положительное влияние, чем химический эталон. Так, густота стояния всходов в этом варианте повысилась на 9% в сравнении с контролем, а при применении протравителя Скарлет – на 5%, количество растений к уборке – на 20 и 7.8%, количество продуктивных стеблей – на 18 и 1.7% соответственно. Аналогичным образом повышались полевая всхожесть, выживаемость растений и др. показатели (табл. 5).

Исзуемые обработки повлияли на биометрические параметры растений и в фазе цветения (табл. 6). Обработка семян и посевов по вегетации снижали высоту растений на 5.0–12.6%, при этом биомассу растений в эту фазу существенно повысило только протравливание семян

**Таблица 3.** Влияние обработок биопрепаратами по вегетации и внесения Стернифага на развитие болезней на флаг-листе, %

Вариант	Септориоз	Мучнистая роса	Бурая ржавчина
Контроль	17.8	6.9	6.1
Титул	7.1*	1.3*	0.9*
Алирин + Витаплан	12.9	9.4	2.8*
Алирин +Трихоцин	18.4	4.0*	2.2*
Стернифаг+Алирин +Витаплан	19.6	4.4*	5.0
Стернифаг+Алирин +Трихоцин	12.6	6.0	3.9

\* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне  $P_{05}$  по критерию U – Манна-Уитни.

**Table 3.** Effect of biopreparation treatments during vegetation and Sternifag application on the development of diseases on the flag leaf, %

Treatment	Blotch	Powdery Mildew	Brown Rust
Control	17.8	6.9	6.1
Titul	7.1*	1.3*	0.9*
Alirin+Vitalplan	12.9	9.4	2.8*
Alirin+Trichotsin	18.4	4.0*	2.2*
Sternifag+Alirin+Vitalplan	19.6	4.4*	5.0
Sternifag+Alirin+Trichotsin	12.6	6.0	3.9

\*Treatments significantly differ from control ( $P<0.05$ ) according to the Mann-Whitney U – criterion.

Скарлетом и обработка Титулом, биопрепараты практически не повлияли на данный показатель. В то же время обработка семян Витапланом с Трихоцином увеличила площадь флагового листа на 70.7% (химический эталон

– на 45.3%). Опрыскивание Алирином с Трихоцином обусловило рост показателя на уровне применения Титула – на 43.4%, а на фоне внесения Стернифага увеличение площади флаг-листа было еще больше – 51.9–54.7%.

**Таблица 4.** Влияние предпосевной обработки семян на некоторые биометрические показатели в фазе кущения пшеницы

Вариант		Высота растений, см	Длина корней, см	Кол-во корней, шт./раст.	Воздушно-сухая биомасса корней, г /25 раст.	Воздушно-сухая биомасса надземной части растений, г/25 раст.
Контроль	Без Стернифага	28.2	8.4	4.5	0.30	4.01
Трихоцин+Витаплан		28.1	7.2*	4.4	0.42	4.25
Скарлет+Витаплан		28.5	7.8	4.7	0.40	4.52
Скарлет		28.8	8.1	4.2	0.44*	4.77
Контроль	Стернифаг	28.7	7.6	4.0	0.33	4.42
Трихоцин+Витаплан		27.6	7.1	4.7*	0.45	4.86
Скарлет+Витаплан		28.4	7.6	4.7*	0.42	5.10
Скарлет		26.8*	8.1	4.9*	0.46	5.40*
НСР <sub>05</sub>		1.3	0.7	0.3	0.14	0.97

**Table 4.** Effect of seed dressing on some biometric indicators in the tillering phase of wheat

Treatment		Plant Height, cm	Root Length, cm	Number of Roots per Plant	Dry Biomass of Roots from 25 Plants, g	Dry Biomass of Shoots from 25 Plants, g
Control	No Sternifag	28.2	8.4	4.5	0.30	4.01
Trichotsin+Vitaplan		28.1	7.2*	4.4	0.42	4.25
Scarlet+Vitaplan		28.5	7.8	4.7	0.40	4.52
Scarlet		28.8	8.1	4.2	0.44*	4.77
Control	Sternifag	28.7	7.6	4.0	0.33	4.42
Trichotsin+Vitaplan		27.6	7.1	4.7*	0.45	4.86
Scarlet+Vitaplan		28.4	7.6	4.7*	0.42	5.10
Scarlet		26.8*	8.1	4.9*	0.46	5.40*
LSD <sub>05</sub>		1.3	0.7	0.3	0.14	0.97

**Таблица 5.** Влияние протравливания семян на структурные показатели посева пшеницы

Вариант	Количество всходов, шт/м <sup>2</sup>	Количество растений к уборке, шт/м <sup>2</sup>	Выживаемость, %	Количество стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Общая кустистость, шт./раст.	Количество колосьев, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость, шт./раст.
Контроль	468	345	73.7	436	1.26	405	1.17
Трихоцин+ Витаплан	508	414*	81.5	513*	1.24	478*	1.16
Скарлет+ Витаплан	466	390	83.7	476	1.22	417	1.07
Скарлет	493	372	75.4	454	1.22	412	1.11
НСР <sub>05</sub>	82	60		75		65	

**Table 5.** Effect of seed dressing on structural indicators of wheat stand

Treatment	Number of Sprouts per m <sup>2</sup>	Number of Plants at Harvest per m <sup>2</sup>	Survival Rate, %	Number of Stems per m <sup>2</sup>	Number of Stems per Plant	Number of ears per m <sup>2</sup>	Number of Ear-bearing Stems per Plant
Control	468	345	73.7	436	1.26	405	1.17
Trichotsin+Vitaplan	508	414*	81.5	513*	1.24	478*	1.16
Scarlet+Vitaplan	466	390	83.7	476	1.22	417	1.07
Scarlet	493	372	75.4	454	1.22	412	1.11
LSD <sub>05</sub>	82	60		75		65	

**Таблица 6.** Влияние протравливания и обработок по вегетации на некоторые биометрические показатели в период цветения пшеницы

Вариант	Площадь флаг-листа, см <sup>2</sup>	Высота растений, см	Воздушно-сухая масса 25 растений, г
Контроль	10.6	90.3	40.3
Трихоцин+Витаплан	18.1*	78.9*	37.5
Скарлет+Витаплан	14.8*	83.3*	42.9
Скарлет	15.4*	81.7*	53.6*
Титул	15.2*	80.9*	50.2*
Алирин+Витаплан	13.9*	85.8*	39.6
Алирин+Трихоцин	15.2*	79.8*	31.6
Стернифаг +Алирин + Витаплан	16.1*	82.1*	31.2
Стернифаг + Алирин + Трихоцин	16.4*	80.3*	38.7
HCP <sub>05</sub>	2.7	3.6	9.2

**Table 6.** Effect of seed dressing and treatments during vegetation on some biometric indicators during flowering of wheat

Treatment	Flag Leaf Area, cm <sup>2</sup>	Plant Height, cm	Dry Weight of 25 Plants, g
Control	10.6	90.3	40.3
Trichotsin+Vitalplan	18.1*	78.9*	37.5
Scarlet+Vitalplan	14.8*	83.3*	42.9
Scarlet	15.4*	81.7*	53.6*
Titul	15.2*	80.9*	50.2*
Alirin+Vitalplan	13.9*	85.8*	39.6
Alirin+Trichotsin	15.2*	79.8*	31.6
Sternifag+Alirin+Vitalplan	16.1*	82.1*	31.2
Sternifag+Alirin+Trichotsin	16.4*	80.3*	38.7
LSD <sub>05</sub>	2.7	3.6	9.2

Предпосевная обработка семян оказывала статистически достоверное влияние ( $p < 0.05$ ) на массу зерна с колоса. При этом необходимо отметить, что по сравнению с контролем, обработка семян Трихоцином и Витапланом повышала данный показатель практически на уровне химического протравителя Скарлет. Также наблюдалась тенденция увеличения количества зерен в колосе в одинаковой степени для этих двух вариантов (табл. 7).

В ходе наблюдений за динамикой целлюлозолитической активности почвы в полевых условиях выявлена как

различающаяся интенсивность утилизации целлюлозы под незащищенной и защищенной пшеницей, так и зависимость ее скорости от погодных условий (рис. 1).

Во всех вариантах опыта целлюлоза интенсивнее разлагалась в первые и последние 30 суток вегетации. Это связано с малым количеством осадков во II и III декадах июня. За первые 30 суток по сравнению с контролем в варианте обработки семян Витапланом с Трихоцином разложение целлюлозы усилилось в 1.5 раза, Скарлетом с Витапланом – в 1.9 раза, Скарлетом – в 2.2 раза ( $t_{05}$  факт. = 9.02;

**Таблица 7.** Влияние протравителей на структурные показатели продуктивности колоса

Вариант	Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Контроль	9.3	16.5	31.0	0.90
Трихоцин+Витаплан	9.6	16.8	33.6	1.01*
Скарлет+Витаплан	9.3	15.8*	30.8	0.92
Скарлет	9.4	16.3	33.8*	1.05*
HCP <sub>05</sub>	0.5	0.7	2.8	0.11

**Table 7.** Effect of seed disinfectants on structural indicators of ear productivity

Treatment	Head Length, cm	Number of Spikelets in Ear	Number of Kernels in Ear	Weight of Kernels per Ear
Control	9.3	16.5	31.0	0.90
Trichotsin+Vitalplan	9.6	16.8	33.6	1.01*
Scarlet+Vitalplan	9.3	15.8*	30.8	0.92
Scarlet	9.4	16.3	33.8*	1.05*
LSD <sub>05</sub>	0.5	0.7	2.8	0.11

12.0; 17.67 соответственно;  $t_{05}$  теор. = 2.45). За последний месяц прирост убыли массы полотен значительно (в 1.6 раза) возрос в варианте Скарлет. И в целом за 90 суток полевого эксперимента в условиях нестабильного прихода атмосферной влаги убыль целлюлозосодержащего материала под защищенными растениями была выше, чем под незащищенными, в 1.3; 1.2 и 1.7 раза ( $t_{05}$  факт. = 9.28; 5.32; 19.53 соответственно между контролем и вариантом Витаплан+Трихоцин, Скарлет+ Витаплан, Скарлет;  $t_{05}$  теор. = 2.78, что показывает достоверные отличия между вариантами).

Через 2 недели после внесения полотен в разрезы проведена оценка целлюлозолитической активности ризосферного слоя почвы, обработанной Стернифагом. Эксперимент проводился в контролируемых условиях влажности и температуры. Его результаты (табл. 8), показали, что внесенный в почву активатор разложения стерни способен увеличивать скорость распада целлюлозы. В контроле убыль ее массы увеличивалась в 1.3 раза, в вариантах Витаплан + Трихоцин, Витаплан + Скарлет и Скарлет – в 1.7, 1.6 и 1.2 раза.

Смеси с Витапланом влияли на процесс заметно эффективнее. В случае внесения Стернифага с последующим посевом семян, обработанных биофунгицидами, скорость деструкции полотен возрастала в 1.9 раза. В полевых условиях через 30 суток со дня внесения Стернифага при посеве необработанных семян целлюлозолитическая активность ризосферного слоя почвы усиливалась в 1.6 раза (без внесения Стернифага и обработки семян убыль полотна составила 12.28%;  $t_{05}$  факт. = 12.48;  $t_{05}$  теор. = 2.45). На фоне Стернифага под незащищенной (19.32%) и защищенной пшеницей разница в убыли массы полотна оказалась незначительной – 1.5% ( $t_{05}$  факт. = 0.30;  $t_{05}$  теор. = 2.45) при посеве семян, обработанных Витапланом с Трихоцином; становилась заметной в варианте Витаплан + Скарлет (8.5%;  $t_{05}$  факт. = 1.40;  $t_{05}$  теор. = 2.45) и значительно возрастала (на 29.8%  $t_{05}$  факт. = 14.89;  $t_{05}$  теор. = 2.45) в случае посева семян, обработанных системным фунгицидом Скарлет. Через 90 суток полевого эксперимента максимальное количество целлюлозы утилизировалось под яровой пшеницей, защищенной от почвенно-семенной инфекции фунгицидом Скарлет (табл. 9).

**Таблица 8.** Скорость разложения целлюлозы в почве, обработанной перед посевом Стернифагом, лабораторный эксперимент ( $M \pm m$ , %)

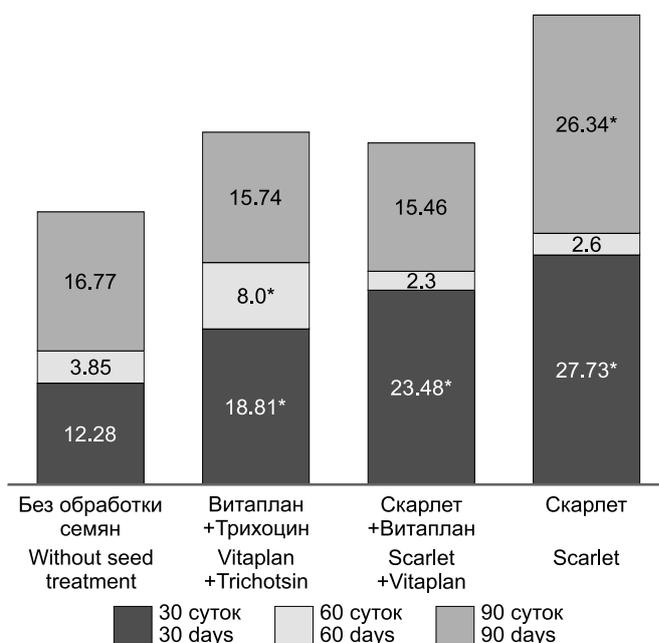
Вариант	Без внесения Стернифага	Стернифаг	$t_{05}$ факт.	$t_{05}$ теор.
Контроль (без обработки семян)	31.53±0.50	41.25±0.40	14.80	2.31
Витаплан + Трихоцин	35.95±0.22	59.53±0.84	31.17	
Витаплан + Скарлет	26.08±0.32	40.64±0.34	31.18	
Скарлет	35.52±0.66	44.25±0.44	11.01	

Число степеней свободы = 8

**Table 8.** Cellulose decomposition rate in soil treated with Sternifag before sowing, laboratory experiment ( $M \pm m$ ,%)

Treatment	No Sternifag	Sternifag	$t_{05}$ fact.	$t_{05}$ exp.
Control (no seed treatment)	31.53±0.50	41.25±0.40	14.80	2.31
Trichotsin+Vitaplan	35.95±0.22	59.53±0.84	31.17	
Scarlet+Vitaplan	26.08±0.32	40.64±0.34	31.18	
Scarlet	35.52±0.66	44.25±0.44	11.01	

8 degrees of freedom



**Рисунок 1.** Зависимость разложения целлюлозы под яровой пшеницей от обработки семян в полевых условиях в сезонной динамике, % (отличия от контроля по t-критерию, см в тексте)

**Figure 1.** Dependence of cellulose decomposition under spring wheat on seed treatment under field conditions in seasonal dynamics, %

Ослабление целлюлозолитической активности отмечено в вариантах с защитой растений пшеницы фунгицидом Титул, если высевали семена, не защищенные от почвенно-семенной инфекции и усиление – в 1.44 и 2.0 раза ( $t_{05}$  факт. = 8.74 и 14.27;  $t_{05}$  теор. = 2.45) – защищенные смесями, включающими биофунгицид Витаплан. Комплексная химическая защита относительно варианта без обработки семян и их протравливания биофунгицидами биологическую активность почвы не снижала ( $t_{05}$  факт. = 8.32;  $t_{05}$  теор. = 2.45). Среди изучаемых схем биологизированной защиты растений лучшим по влиянию на целлюлозолитический процесс оказался вариант, включающий обработку семян фунгицидом Скарлет и растений биофунгицидами Алирин и Витаплан. Убыль массы полотна в этом варианте

**Таблица 9.** Разложение целлюлозы в ризосфере яровой мягкой пшеницы, выращиваемой с использованием биологических препаратов и фунгицидов, через 90 суток, полевой эксперимент ( $M \pm m, \%$ )

Вариант	Без обработки фунгицидами	Титул	Без Стернифага		Стернифаг	
			Алирин + Витаплан	Алирин + Трихоцин	Алирин + Витаплан	Алирин + Трихоцин
Контроль (без обработки семян)	32.9±0.68	22.4±1.04	35.4 ±0.97	32.2 ±0.40	37.0±1.16	35.3 ±0.63
Витаплан + Трихоцин	42.5±0.79	32.4±0.25	41.0 ±0.91	34.8 ±0.68	38.5±0.71	37.3 ±1.18
Витаплан + Скарлет	41.2±1.42	44.0±1.10	47.4 ±0.71	35.9 ±0.39	38.9±0.88	40.6 ±1.48
Скарлет	56.7±1.01	47.6±1.63	52.9 ±1.61	36.2 ±0.37	42.0±0.43	41.5 ±1.70

6 степеней свободы

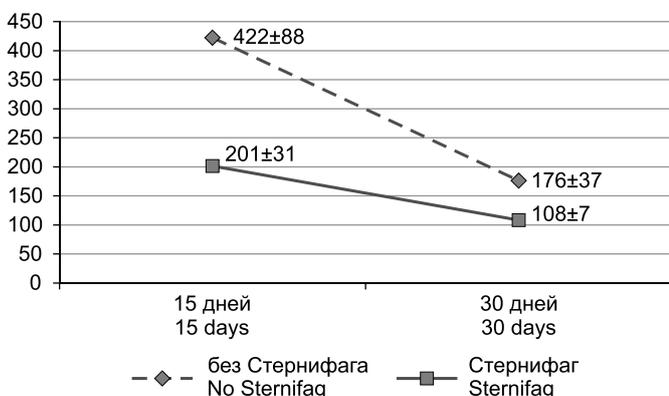
**Table 9.** Decomposition of cellulose in the rhizosphere of spring soft wheat grown using biopreparations and fungicides, after 90 days, field experiment ( $M \pm m, \%$ )

Treatment	No fungicides	Titul	No Sternifag		Sternifag	
			Alirin+Vitaplan	Alirin+Trichotsin	Alirin+Vitaplan	Alirin+Trichotsin
Control (no seed treatment)	32.9±0.68	22.4±1.04	35.4 ±0.97	32.2 ±0.40	37.0±1.16	35.3 ±0.63
Trichotsin+Vitaplan	42.5±0.79	32.4±0.25	41.0 ±0.91	34.8 ±0.68	38.5±0.71	37.3 ±1.18
Scarlet+Vitaplan	41.2±1.42	44.0±1.10	47.4 ±0.71	35.9 ±0.39	38.9±0.88	40.6 ±1.48
Scarlet	56.7±1.01	47.6±1.63	52.9 ±1.61	36.2 ±0.37	42.0±0.43	41.5 ±1.70

6 degrees of freedom

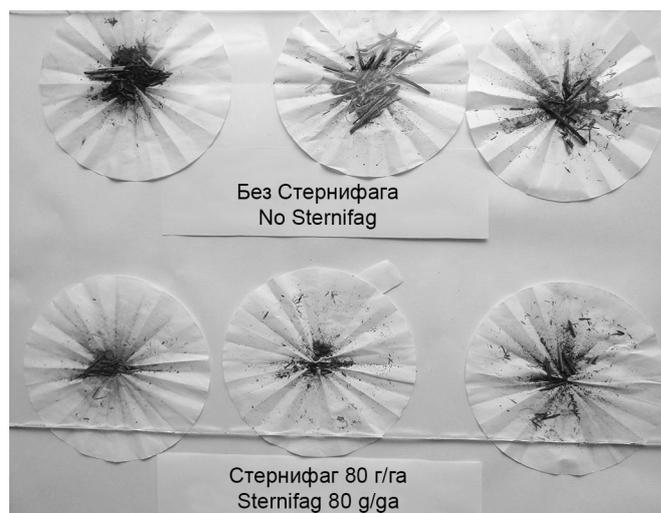
составила 52.9%, что выше, чем при протравливании семян биофунгицидами в 1.3 раза, а без их обработки – в 1.5 раза ( $t_{0.5\text{факт.}} = 6.43$  и  $9.31$ ;  $t_{0.5\text{теор.}} = 2.45$ ). На фоне внесения Стернифага влияние биологизированной защиты растений на целлюлозолитическую активность ризосферного слоя к концу вегетации значимо не различилось, но и здесь прослеживалась тенденция ее усиления (в 1.1–1.2 раза;  $t_{0.5\text{факт.}} = 4.03$  и  $3.42$ ;  $t_{0.5\text{теор.}} = 2.45$ ) под пшеницей, выросшей из семян, обработанных химическим фунгицидом-протравителем. В целом, по шкале Звягинцева Д.Г. (1991) интенсивность разрушения клетчатки (%) за вегетационный сезон 2020 г. можно характеризовать как среднюю (30–50%) и при использовании двух схем защиты с включением протравливания семян фунгицидом Скарлет – как сильную (50–80%).

Усиление целлюлозолитической активности при обработке Стернифагом можно было наблюдать и непосредственно по количеству стерни. Определение количества растительных остатков на поверхности и в верхнем

**Рисунок 2.** Влияние обработки Стернифагом на количество растительных остатков, г/м²**Figure 2.** Influence of Sternifag treatment on the amount of plant residues, g/m²

10-сантиметровым слое почвы (в сумме) показало, что уже через 15 дней после внесения Стернифага их было в 2.4 раза меньше чем на участке без его применения (рис 2, рис. 3). Спустя месяц после него масса растительных остатков продолжала снижаться, но различия уменьшились до 1.6 раза.

Рассматривая суммарный показатель эффективности защитных мероприятий – урожайность, следует отметить, что наибольший ее рост обеспечили обработки по вегетации (табл. 10). Обработка Титулом повысила урожайность по сравнению с контролем на 0.2–0.4 т/га в зависимости от варианта протравливания. Опрыскивание посевов Алирином с Витапланом привело к ее росту на 0.1–0.4 т/га, Алирином с Трихоцином – на 0.1–0.2 т/га. На фоне применения Стернифага максимальные прибавки снизились на

**Рисунок 3.** Количество растительных остатков через 15 дней после применения Стернифага, г/100 г почвы, промывка через сито 0.25 мм**Figure 3.** The amount of plant residues 15 days after the application of Sternifag, g/ 100 g of soil, washing through a 0.25 mm sieve

**Таблица 10.** Влияние протравливания семян и обработок по вегетации на урожайность пшеницы, т/га

Обработка семян фактор А	Обработки по вегетации фактор В						Средние по фактору А
	Контроль	Титул	Алирин + Витаплан	Алирин + Трихоцин	Стернифаг + Алирин + Витаплан	Стернифаг + Алирин + Трихоцин	
Контроль	2.1	2.3	2.3	2.3	2.4*	2.3	2.3
Трихоцин+Витаплан	2.0	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1*
Скарлет+Витаплан	2.1	2.4*	2.4*	2.3	2.2	1.9	2.2
Скарлет	2.4*	2.8*	2.8*	2.6*	2.4*	2.5*	2.6*
Средние по фактору В	2.1	2.5*	2.4*	2.3*	2.3*	2.2	
НСР <sub>05</sub> По фактору А =0.2, по фактору В =0.2, частных средних =0.3							

**Table 10.** Influence of seed dressing and treatments during vegetation on wheat yield, t / ha

Seed Dressings, Factor A	Foliar treatments, Factor B						Factor A Means
	Control	Titul	Alirin +Vitalplan	Alirin +Trichotsin	Sternifag +Alirin+Vitalplan	Sternifag +Alirin+Trichotsin	
Control	2.1	2.3	2.3	2.3	2.4*	2.3	2.3
Trichotsin+Vitalplan	2.0	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1*
Scarlet+Vitalplan	2.1	2.4*	2.4*	2.3	2.2	1.9	2.2
Scarlet	2.4*	2.8*	2.8*	2.6*	2.4*	2.5*	2.6*
Factor B Means	2.1	2.5*	2.4*	2.3*	2.3*	2.2	
LSD <sub>05</sub> A=0.2, B=0.2, mean=0.3							

0.1 т/га, что, вероятно, связано со снижением уровня азота в почве, который был израсходован на более интенсивное разложение соломы в почве (Русакова, 2018). Протравливание семян препаратом Скарлет повысило урожайность от 0.2 до 0.5 т/га на разных фонах обработок по вегетации. Применение смеси биопрепаратов не оказало влияния на урожайность, однако половинная доза Скарлета в смеси с биопрепаратом повысила ее на 0.1–0.2 т/га. Таким

образом, совместное применение химических препаратов обеспечило рост урожайности на 0.7 т/га, ему не уступает использование Алирина и Витаплана на фоне протравливания семян Скарлетом, Алирин с Трихоцином на этом фоне обеспечил меньшую прибавку – 0.5 т/га, однако различия в урожайности между указанными вариантами статистически не достоверны.

### Заключение

При выращивании пшеницы Новосибирская 31 по зерновому предшественнику наибольшая эффективность подавления обыкновенной корневой гнили в фазу кущения отмечена при обработке семян химическим протравителем Скарлет (64.7%), а его половинная норма с биологическим препаратом снизила развитие болезни на 52.7%. Внесение Стернифага и обработка семян биопрепаратами практически не влияли на развитие инфекции. Но в фазе молочно-восковой спелости там, где в почву вносили Стернифаг, пораженность растений корневой гнилью снизилась на 48.1%, что сопоставимо с действием химического протравителя, его смеси с биологическим препаратом и немного уступает применению Трихоцина с Витапланом. Предпосевная обработка семян снижала развитие всех основных листовых инфекций – против септориоза наиболее эффективным был Скарлет (биологическая эффективность 53.9%), против мучнистой росы – Скарлет+Витаплан (69%), против бурой ржавчины – Трихоцин+Витаплан (73.8%). Обработка посевов фунгицидом Титул снизила развитие этих болезней на 60.1, 81.1 и 85.4% соответственно. Алирин с Трихоцином эффективно, на 63.9%, подавляли лишь бурую ржавчину.

Наибольший рост урожайности обеспечили обработки посева по вегетации. Применение фунгицида Титул

повысило урожайность на 0.2–0.4 т/га в зависимости от варианта протравливания. Опрыскивание посевов Алирином с Витапланом привело к ее росту на 0.1–0.4 т/га, Алирином с Трихоцином – на 0.1–0.2 т/га. Применение химических препаратов обеспечило рост урожайности на 0.7 т/га, ему не уступает использование Алирина и Витаплана на фоне протравливания семян Скарлетом, Алирин с Трихоцином на этом фоне обеспечил меньшую прибавку – 0.5 т/га, однако различия в урожайности статистически недостоверны.

Подводя итог проведенным исследованиям, следует отметить, что хотя применение биопрепаратов в целом имеет меньшую биологическую эффективность, чем химических фунгицидов, однако можно подобрать такие сочетания химических и биологических препаратов, способных стабилизировать фитосанитарную ситуацию и обеспечить урожайность на соответствующем уровне. Применению биопрепаратов должна быть отведена заметная роль в системе оздоровления фитосанитарного состояния посевов мягкой яровой пшеницы. Для подтверждения выявленных тенденций необходимо продолжение серии экспериментов в данной природно-климатической зоне в последующие годы.

## Библиографический список (References)

- Санин СС (2017) Стратегия современной защиты растений при интенсивном зернопроизводстве. *Вестник ОрелГАУ* 3(66):35–39 <https://doi.org/10.15217/48484>
- Кириушин ВИ (2011) Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М: КолосС. 443 с.
- Санин СС (2020) Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии *Защита и карантин растений* 4: 9–16
- Павлюшин ВА, Новикова ИИ, Бойкова ИВ (2020) Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика *Сельскохозяйственная биология* 3: 421–438 <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2020.3.421rus>
- Смирнова ИП, Каримова ЕВ, Шнейдер ЮА (2016) Некоторые перспективы использования метаболитов рода *Trichoderma* *Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство* 3:22–29
- Голованова ТИ, Долинская ЕВ, Сичкарук ЕА (2009) Взаимоотношения почвенного гриба *Trichoderma* и яровой пшеницы *Вестник КрасГАУ* 7:102–107
- РусакOVA ИВ (2018) Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах *Juvenis scientia* 9:4–9 <https://doi.org/10.32415/jscientia.2018.09.01>
- Санин СС, Назаров ЛН, Неклеса НП, Полякова ТМ, Гудвин С (2012) Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней *Защита и карантин растений* 3:16–18
- Доронин ВГ, Ледовский ЕН, Кривошеева СВ (2017) Эффективность защиты яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии* 2(47):6–12
- Власова ОИ, Данилец ЕА, Передериева ВМ, Волтерс ИА (2019) Эффективность использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы *Научный журнал КубГАУ* 149(5):1–8 <https://doi.org/10.21515/1990-4665-149-011>
- Доспехов БА (1985) Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд. М.:Агропромиздат. 351 с.
- Гаврилова ВИ, Герасимова МИ (2019) Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и экологическая изменчивость *Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение* 1:23–27
- Овчинникова ТА, Панкратов ТА (2009) Методы экологии почвенных микроорганизмов. Самара: Изд-во «Самарский университет». 62 с.
- Торопова ЕЮ, Кириченко АА (2012) Фитосанитарный экологический мониторинг. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям и контрольной работе. Новосибирск: НГАУ. 38 с.
- Санин СС, Черкашин ВИ, Назарова ЛН (2002). Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений). М.: ФГНУ Росинформагротех. 140 с.
- Сорокин ОД (2012) Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск. 282 с.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева (1991) М.: Изд-во МГУ. 304 с.
- Alabouvette C, Olivain C, Steinberg C (2006) Biological control of plant diseases: the European situation *Eur J Plant Pathol* 114: 329–341 <https://doi.org/10.1007/s10658-005-0233-0>
- O'Brien P A (2017) Biological control of plant diseases *Australas Plant Pathol* 46:293–304 <https://doi.org/10.1007/s13313-017-0481-4>
- Tariq M, Khan A, Asif M, Khan F, Ansari T, Shariq M, Siddiqui M (2020) Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management *Acta Agric Scand on B – Soil & Plant Science* 70(6):507–524 <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1784262>
- Vinale F, Ghisalberti EL, Sivasithamparam K, Marra R, Ritieni A, Ferracane R, Woo S, Lorito M (2009) Factors affecting the production of *Trichoderma harzianum* secondary metabolites during the interaction with different plant pathogens *Lett Appl Microbiol* 48:705–711 <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2009.02599.x>
- Vinale F, Sivasithamparam K, Ghisalberti EL, Ruocco M, Woo S, Lorito M (2012) *Trichoderma* secondary metabolites that affect plant metabolism *Nat Prod Commun* 7 (11):1545–1550 <https://doi.org/10.1177/1934578X1200701133>
- Benítez T, Rincón AM, Limón MC, Codón AC (2004) Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains *Int Microbiol* 7:249–260
- Singh A, Shukla N, Kabadwal BC, Tewari AK, Kumar J (2018) Review on plant-*Trichoderma* – pathogen interaction *Int J Curr Microbiol App Sci* 7(2):2382–2397 <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.702.291>
- Mastouri F, Björkman T, Harman GE (2010) Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings *Phytopathology* 100:1213–1221 <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-10-0091>
- Cumagun ChJ, Manalo JO, Salcedo-Bacalangco NA, Ilag LL (2009) Cellulose decomposing ability of *Trichoderma* in relation to their saprophytic survival *Arch Phytopathol Plant Protect* 42(7): 698–704 <https://doi.org/10.1080/03235400701492731>
- Siva DO, Paul S, Sarkar D, Rajput RS, Singh S, Parihar M, Parewa HP, Pal S, Singh HB, Rakshit A (2019) *Trichoderma*: A part of possible answer towards crop residue disposal *J Nat Appl Sci* 11(2):516–523 <https://doi.org/10.31018/jans.v11i2.2090>

## Translation of Russian References

- Sanin SS (2017) The strategy of modern plant protection at intensive grain production *Bulletin of OrelGAU* 3 (66): 35–39 <https://doi.org/10.15217/48484>
- Kiryushin VI (2011) Theory of adaptive landscape agriculture and design of agricultural landscapes. M: KolosS. 443 p.
- Sanin SS (2020) Plant protection and sustainable agriculture in the XXI century *Plant protection and quarantine* 4: 9–16
- Pavlyushin VA, Novikova II, Boykova IV (2020) Microbiological control in phytosanitary optimization technologies for agroecosystems: research and practice

- Agricultural biology* 3: 421–438 <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2020.3.421rus>
- Smirnova IP, Karimova EV, Schneider YA (2016) Some prospects of use metabolites of the genus *Trichoderma* *Vestnik RUDN. Series: Agronomy and Livestock* 3: 22–29
- Golovanova TI, Dolinskaya EV, Sichkaruk EA (2009) Interrelations of soil *Trichoderma* fungi and the highest plants of cereals family *Bulletin of KrasGAU* 7: 102–107
- Rusakova IV (2018) Biopreparations for decomposition of plant residues in agroecosystems *Juvenis scientia* 9: 4–9 <https://doi.org/10.32415/jscientia.2018.09.01>
- Sanin SS, Nazarov LN, Neklesa NP, Polyakova TM, Goodwin S (2012) The effectiveness of biopesticides and plant growth regulators in protecting wheat from diseases *Plant protection and quarantine* No. 3: 16–18
- Doronin VG, Ledovsky EN, Krivosheeva SV (2017) Effectiveness of spring soft wheat protection against leaf-stem diseases in the southern forest-steppe of Western Siberia *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy* 2 (47): 6–12
- Vlasova OI, Danilets EA, Perederieva VM, Volters IA (2019) Efficiency of biopreparations in the cultivation of winter wheat *Scientific journal KubGAU* 149 (5): 1–8 <https://doi.org/10.21515/1990-4665-149-011>
- Dospikhov BA (1985) Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results) 5th ed. M.: Agropromizdat. 351 p.
- Gavrilova VI, Gerasimova MI (2019) Cellulosolytic activity of soils: methods of measuring, factors, and geographic variability *Bulletin Mosk. un-ty. Ser. 17. Soil science* 1: 23–27
- Ovchinnikova TA, Pankratov TA (2009) Methods of ecology of soil microorganisms. Samara: Publishing House “Samara University.” 62 p.
- Toropova YU, Kirichenko AA (2012) Phytosanitary environmental monitoring. Methodological guidelines for laboratory and practical exercises and control work. Novosibirsk: NGAU. 38 p.
- Sanin SS, Cherkashin VI, Nazarova LN (2002). Phytosanitary examination of grain crops (plant diseases). M.: FSNU Rosinformagrotech. 140 p.
- Sorokin OD (2012) Application statistics on a computer. 2nd ed. Novosibirsk. 282 p.
- Methods of soil microbiology and biochemistry: Textbook / Ed. D. G. Zvyagintsev (1991) M.: Publishing House of Moscow State University. 304 p.

Plant Protection News, 2021, 104(4), p. 202–212

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-4-15029>

**Full-text article**

## PROTECTION OF SPRING WHEAT WITH BIOPREPARATIONS AND FUNGICIDES IN THE FOREST STEPPE OF PRIOBYE: I. FIRST RESULTS IN EXTREME WEATHER CONDITIONS

N.G. Vlasenko<sup>1\*</sup>, V.A. Pavlyushin<sup>2</sup>, O. I. Teplyakova<sup>1</sup>, O.V. Kulagin<sup>1</sup>, D.O. Morozov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, r.p. Krasnoobsk, Russia*

<sup>2</sup>*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup>*JSC “AgroBioTechnology”, Moscow, Russia*

\*corresponding author, e-mail: [vlas\\_nata@ngs.ru](mailto:vlas_nata@ngs.ru)

The paper presents data on a comparative test of the efficacy of chemical, fungal and bacterial fungicides in limiting the harmfulness of main diseases of spring wheat. The research was carried out on leached chernozem of the forest-steppe of Priobye of the Novosibirsk region. It was shown that Sternifag, SP reduces the development of root rot at the end of the growing season by 48%, which is comparable to the effect of a chemical dressing agent Scarlet, ME (imazalil+tebuconazole) and is slightly inferior to the action of combined application of fungal preparation Trichocin, SP with the bacterial preparation Vitaplan, SP (55%). Preplanting seed treatment effectively reduced the development of leaf infections: Scarlet, ME suppressed the development of Septoria blotch by 54%, Scarlet, ME + Vitaplan, SP – of powdery mildew by 69%, Trichotsin, SP + Vitaplan, SP – of brown rust by 74%. Fungicide Titul 390, KKR reduced the development of these diseases by 60, 81 and 85%, respectively. Alirin-B, W with Trichocin, SP suppressed brown rust by 64%. Cellulosolytic activity increased 1.3–1.9 times compared to the control as a result of the action of biological products and Sternifag, SP. The amount of plant residues decreased 2.4 and 1.9 times 15 and 30 days after application. The greatest increase in yield was provided by chemical fungicides – 0.7 t / ha, they were not inferior to the use of Alirin-B, W with Vitaplan, SP against the background of etching with Scarlet, ME fungicide.

**Keywords:** spring wheat diseases, plant protection, harmfulness, cellulosolytic activity, plant remnants, yield

Submitted: 09.06.2021

Accepted: 03.12.2021