



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

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

---

## PLANT PROTECTION NEWS

2022 TOM VOLUME 105 ВЫПУСК ISSUE 4



Санкт-Петербург  
St. Petersburg, Russia

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ И ФУНГИЦИДАМИ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ: II. ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТКА ВЛАГИ

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 эффективности использования химических, грибных и бактериальных фунгицидов для обработки семян и посевов яровой мягкой пшеницы с целью ограничения вредоносности основных болезней. Исследования проводили на черноземе выщелоченном лесостепи Приобья Новосибирской области. В условиях недостатка влаги в 2021 г. действие биопрепаратов, включая Стернифаг, СП (*Trichoderma harzianum*) проявилось уже в фазе кущения пшеницы. Эффективность биопрепаратов в подавлении корневой гнили была не ниже, чем у химического протравителя Скарлет, МЭ (имазалил + тебуконазол) и составила 61.5 и 63.5%, а внесение Стернифага, СП наполовину снизило развитие болезни. К концу вегетации все препараты, в том числе и химический, одинаково подавляли развитие корневой гнили, наилучшим был вариант Скарлет, МЭ + Витаплан, СП (*Bacillus subtilis*), где биологическая эффективность была 38.1%. В случае сильного развития септориоза (33% в контроле) наиболее эффективным было опрыскивание посевов в фазе колошения Титулом 390, ККР (пропиконазол), снизившим пораженность растений септориозом на 84.3%. Обработки биопрепаратами по вегетации не оказали влияния на развитие этой болезни. Мучнистая роса лучше всего подавлялась в варианте обработки семян препаратом Скарлет, МЭ (73.9%), а бурая ржавчина – Скарлет, МЭ + Витаплан, СП (78.8%). Обработками по вегетации мучнистая роса угнеталась на 41–54%, на развитие бурой ржавчины они не оказали достоверного влияния. Протравливание семян биопрепаратами повышало целлюлозолитическую активность почвы в 1.5–1.8 раза, химический протравитель снижал ее. Количество растительных остатков при внесении Стернифага, СП снижалось в 2.8 и 2.5 раза через 15 и 30 дней после применения. Наибольший уровень сохраненного урожая зерна обеспечило применение химических фунгицидов – 0.64 т/га, биопрепараты обеспечили 0.25–0.33 т/га.

**Ключевые слова:** болезни яровой пшеницы, биофунгициды, биологическая эффективность, целлюлозолитическая активность, растительные остатки, урожайность

Поступила в редакцию: 06.06.2022

Принята к печати: 08.12.2022

### Введение

Одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства в современных условиях остается повышение урожайности при поддержании фитосанитарного состояния посевов на достаточном уровне с использованием подходов, направленных на получение экологически чистой продукции и сохранение плодородия сельскохозяйственных земель. В последние десятилетия одним из основных путей решения этой задачи во многих странах мира является использование микробиологических средств, обеспечивающих стимуляцию роста и развития растений, защиту от вредных организмов, утилизацию пожнивных остатков и т.п. (Ali et al., 2022; Ebrahimi-Zarandi et al., 2022; Elnahal et al., 2022; O'Callaghan et al., 2022; Ram et al., 2022; Subba, Mathur, 2022). Для снижения пестицидного пресса на агроценозы могут использоваться не только микробиологические средства, но и их смеси с химическими препаратами (Петровский, Каракотов, 2017), причем первые могут способствовать деградации последних, что служит ещё одним преимуществом их совместного применения (Książek-Trela, Szpyrka, 2022).

Использование биопрепаратов при возделывании зерновых культур немного уступает по эффективности химическим фунгицидам, однако биофунгициды могут быть дешевле химических препаратов в 2–2.5 раза (Санин и др., 2012). Их применяют как для обработки семян, так и для опрыскивания вегетирующих растений. Исходя из литературных источников видно, что эти препараты используются в разных регионах. В условиях Ставрополя обработка Алирином Б, Ж в фазы кущения и колошения озимой пшеницы снижала распространенность септориоза на 19% (Власова и др., 2019). При опрыскивании Алирином Б, Ж в дозе 2.0 л/га в Московской области биологическая эффективность против листостеблевых инфекций варьировала от 28 до 67% (Санин и др., 2012).

По-разному влияют биофунгициды на различные болезни. При обработке яровой пшеницы Витапланом, СП в Омской области биологическая эффективность против бурой ржавчины была на уровне 62%, а против мучнистой росы составила лишь 20% (Доронин и др., 2017). В Кировской области при обработке озимой пшеницы

Витапланом, СП в фазе трубки распространенность корневой гнили снижалась на 51 %, мучнистой росы на 35 %, бурой ржавчины на 30 %, фузариоза колоса на 11 %. Урожайность повысилась относительно контрольного варианта на 17 % (Базаева и др., 2017). Хорошие результаты были получены в Краснодарском крае при испытании Витаплана, СП и Трихоцина, СП на посевах озимой пшеницы. Эффективность Витаплана, СП против септориоза листьев составила 47 %, эффективность Витаплана, СП и Трихоцина, СП против желтой пятнистости наблюдалась на уровне 46–48 %, при этом урожайность повысилась на 13 % (Гвоздева и др., 2021). Для включения биопрепаратов в системы защиты растений необходимо проводить исследования по оценке их эффективности в конкретных агроклиматических условиях на конкретных культурах (Jaggi, Sahgal, 2021; Mukherjee et al., 2021; Powell, Vujanovic, 2021; Prasad et al., 2021).

Известно, что агротехнологические операции влияют на формирование и изменение условий для развития почвенных микроорганизмов, в том числе целлюлозоразлагающих (Новиков, 2016; Теплякова, Власенко, 2017; Дегтярева и др., 2019; Jan et al., 2001). Показана положительная роль биопрепаратов – усилителей деструкции растительных остатков, обеспечивающих выравнивание питательно-энергетических условий почвы (Свиридова и др., 2016). Высоким целлюлозолитическим потенциалом обладает грибок *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz., способный утилизировать целлюлозу всех частей растений

пшеницы – листьев, мякоти, соломы, подземных междоузлий (Singh et al., 2015). Особый интерес к *Trichoderma* spp. обусловлен их способностью синтезировать активные биологические соединения, стимулирующие прорастание семян, рост и развитие растений (Adnan et al., 2019). На черноземных почвах в качестве агента микробиологической защиты перспективен грибок *T. harzianum* (Свистова, Сенчакова, 2010) с выраженным антибиотическим и фунгицидным действием, эффективно подавляющий фитопатогенные грибы, стимулирующий рост растений и не проявляющий фитотоксических свойств (Asad, 2022; Modrzewska et al., 2022; Salwan et al., 2022; Subba, Mathur, 2022; Tyśkiewicz et al., 2022). А поскольку скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах Сибири ниже в летний период и выше с сентября по май, с более активным разложением донника, гороха, кукурузы и слабее – яровой пшеницы (Лазарев, Майсимова, 2006), то изучение распада клетчатки в почвах этой зоны в летний период и поиск эффективных биодеструкторов-активаторов весьма актуально.

Настоящее исследование представляет собой продолжение работы по сравнительной оценке эффективности использования биопрепаратов на основе *T. harzianum* и *Bacillus subtilis* и химических фунгицидов для улучшения фитосанитарного состояния посевов и повышения урожайности пшеницы лесостепной зоны Приобья (Власенко и др., 2021) в конкретных погодных условиях 2021 г.

#### Методика и условия проведения исследований

В 2021 г. исследования проведены на полях стационара СФНЦА РАН, расположенном в лесостепной зоне Приобья. Почва участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый.

Метеоусловия 2021 г. отличались как от среднегодовых, так и от условий 2020 г. Май, также как и в 2020 г., был теплым (превышение среднемесячной температуры составило 3 °С), но в отличие от 2020 г., он был сухим (осадков выпало 1.4 раза ниже среднегодовых значений). Июнь в целом был холоднее на 0.5 °С и, в отличие от 2020 г., он был влажным (осадков выпало в 1.3 раза больше среднегодовых значений, несмотря на то, что во 2 декаде приход атмосферной влаги составил всего 2.3 мм). Июль, как и в 2020 г., был теплым – температурный режим превысил среднегодовые показатели на 0.6 °С, но количество выпавших за месяц осадков было в 3.3 раза ниже нормы. Август, как и в 2020 г. был достаточно теплым: температура воздуха превысила среднегодовые значения на 2.3 °С. А приход атмосферной влаги был близок к норме. Всего за период вегетации осадков выпало на 45 мм меньше нормы.

Опыт размещали второй культурой после пара по зерновому предшественнику, высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 31. Основную обработку осенью проводили стойками СибИМЭ на 20–22 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 21 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 наложены поперек вариантов А 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 л/га + Витаплан, СП флаг лист – начало колошения, 40 г/га;
4. Алирин Б, Ж в кушение, 2 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.

**Характеристика препаратов.** Скарлет, МЭ (имазалил 100 г/л + тебуконазол 60 г/л), Титул 390, ККР (пропиконазол 390 г/л) Алирин Б, Ж (*B. subtilis*) штамм В-10 ВИЗР, титр не менее  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл, Витаплан, СП (*B. subtilis*), штамм ВКМ – В – 2604D титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г + (*B. subtilis*), штамм ВКМ – В – 2605D титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г, Трихоцин, СП (*T. harzianum*), штамм Г-30, титр  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г, Стернифаг, СП (*T. 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 сплошную обработку баковой смесью гербицидов Аксил, КЭ (1.0 л/га) + Примадонна, СЭ (0.4 л/га) + Гекстар, ВДГ (10 г/га).

Определение общей биологической активности почвы осуществляли по интенсивности разложения клетчатки в полевых и лабораторных условиях стандартным универсальным аппликационным методом, отражающим последствие абиотических и антропогенных факторов в пространстве и времени. 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 составляло 30 суток; и разрезах в полевых условиях – 30, 60, 90 суток. Уровень биологической активности почвы определяли по потере массы целлюлозосодержащего материала (Гаврилова, Герасимова, 2019; Овчинникова, Панкратов, 2009).

Растительные остатки из почвы слоя 0–10 см выделяли 04.06.2021 и 21.06.2021 из средней пробы почвы под посевом пшеницы без внесения и с внесением Стернифага, СП 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, Кириченко, 2012), оценку пораженности посевов листостеблевыми инфекциями (бурая ржавчина, септориоз, мучнистая роса) – в фазе налива зерна (Санин, 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

Наблюдения за развитием корневой гнили показали, что так же, как и в 2020 г. (Власенко и др., 2021), индекс развития болезни в фазе кущения пшеницы был невысоким – 5.2%. Наиболее эффективно подавлял её Скарлет, МЭ – 63% снижения развития болезни. В отличие от предыдущего года, обработка семян биопрепаратами и

внесение Стернифага, СП более чем наполовину снизило развитие болезни. В фазе молочно-восковой спелости все обработки одинаково снижали развитие болезни, немного выше была эффективность в варианте с половинной дозой препарата Скарлет, МЭ с Витапланом, СП (табл. 1).

**Таблица 1.** Влияние внесения Стернифага, СП в почву и протравливания семян на развитие корневой гнили в посеве пшеницы, % (2021)

| Вариант                                     | Кущение пшеницы     |                                | Молочно-восковая спелость зерна |                                |
|---|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|   | развитие болезни, % | биологическая эффективность, % | развитие болезни, %             | биологическая эффективность, % |
| Контроль                                    | 5.2                 | -                              | 13.4                            | -                              |
| Стернифаг, СП, 80 г/га                      | 2.5*                | 51.9                           | 9.2*                            | 31.3                           |
| Трихосин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 2.0*                | 61.5                           | 9.2*                            | 31.3                           |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 2.2*                | 57.7                           | 8.3*                            | 38.1                           |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 1.9*                | 63.5                           | 9.2*                            | 31.3                           |

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

**Table 1.** Effects of Sternifag, WP applications to the soil and as a seed dressing on the development of root rot in wheat stand, % of diseased plants (2021)

| Treatment                                     | Tillering Stage      |                        | Ripening Stage       |                        |
|---|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|   | Disease Incidence, % | Biological Efficacy, % | Disease Incidence, % | Biological Efficacy, % |
| Control                                       | 5.2                  | -                      | 13.4                 | -                      |
| Sternifag, WP, 80 g/ha                        | 2.5*                 | 51.9                   | 9.2*                 | 31.3                   |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 2.0*                 | 61.5                   | 9.2*                 | 31.3                   |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 2.2*                 | 57.7                   | 8.3*                 | 38.1                   |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 1.9*                 | 63.5                   | 9.2*                 | 31.3                   |

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

Особенностью 2021 г. было сильное развитие септориоза на листовом аппарате пшеницы – 33%. В этих условиях обработка семян препаратами, в отличие от предыдущего года, не снизила развитие данной болезни. Мучнистая роса лучше всего подавлялась обработкой

семян препаратом Скарлет, МЭ (73.9%), а бурая ржавчина – препаратом Скарлет, МЭ с Витапланом, СП – 78.8% (табл. 2).

**Таблица 2.** Влияние обработки семян биопрепаратами на развитие болезней на флаг-листе, % (2021)

| Вариант                                     | Септориоз | Мучнистая роса | Бурая ржавчина |
|---|-----------|----------------|----------------|
| Контроль                                    | 33.1      | 4.6            | 3.3            |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 30.9      | 2.2*           | 1.7            |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 33.1      | 1.7*           | 0.7*           |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 27.8      | 1.2*           | 1.9            |

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

**Table 2.** Effects of seed dressing with biopreparations on the development of diseases of wheat, % of diseased plants (2021)

| Treatment                                     | Blotch | Powdery Mildew | Brown Rust |
|---|--------|----------------|------------|
| Control                                       | 33.1   | 4.6            | 3.3        |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 30.9   | 2.2*           | 1.7        |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 33.1   | 1.7*           | 0.7*       |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 27.8   | 1.2*           | 1.9        |

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

Среди обработок по вегетации лучшим было использование химического фунгицида Титул 390, ККР (биологическая эффективность 84.3, 93.5 и 93.9% против септориоза, мучнистой росы и ржавчины, соответственно). Из биопрепаратов только обработка Алирином Б, Ж с Трихоцином, СП на фоне Стернифага, СП достоверно снизила развитие септориоза, но всего лишь на 27.8%. Несмотря

на низкое развитие мучнистой росы, отмечено ее более слабое проявление в вариантах с обработкой биопрепаратами по сравнению с контролем. Аналогичная картина наблюдалась и в предыдущем вегетационном сезоне. Внесение Стернифага, СП по-разному влияло на различные болезни: развитие мучнистой росы оно угнетало, ржавчине – нет (табл. 3).

**Таблица 3.** Влияние обработок биопрепаратами по вегетации и внесения Стернифага, СП на развитие болезней, % пораженной поверхности флаг-листа (2021)

| Вариант  | Септориоз | Мучнистая роса | Бурая ржавчина |
|--|-----------|----------------|----------------|
| Контроль   | 33.1      | 4.6            | 3.3            |
| Титул 390, ККР, 0.26 л/га  | 5.2*      | 0.3*           | 0.2*           |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га                          | 32.1      | 2.6*           | 2.0            |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин СП, 40 г/га                           | 26.2      | 2.1*           | 1.7            |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га | 29.9      | 2.7*           | 2.7            |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га | 23.9*     | 2.7*           | 2.6            |

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

**Table 3.** Effects of treatments with biopreparations during vegetation and Sternifag, WP application on the development of diseases of wheat, % of affected surface of flag leaf (2021)

| Treatment  | Blotch | Powdery Mildew | Brown Rust |
|--|--------|----------------|------------|
| Control  | 33.1   | 4.6            | 3.3        |
| Titul 390, CSC, 0.26 l/ha  | 5.2*   | 0.3*           | 0.2*       |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha                            | 32.1   | 2.6*           | 2.0        |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha                          | 26.2   | 2.1*           | 1.7        |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha   | 29.9   | 2.7*           | 2.7        |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha | 23.9*  | 2.7*           | 2.6        |

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

Влияние обработки семян на биометрические показатели растений пшеницы в фазе кущения, в отличие от 2020 г., было слабым и чаще недостоверным. Протравливание препаратом Скарлет, МЭ уменьшало длину корней, но увеличивало их количество. Обработка семян биопрепаратами приводила к увеличению количества корней, но не оказала влияния на их биомассу и биомассу надземной части (табл. 4).

Наблюдения показали, что обработка семян повлияла на структурные показатели посева яровой пшеницы. В результате, в виде тенденции, повысилось количество всходов и количество растений к уборке, достоверно повышалось количество стеблей и колосьев. Как и в прошлом году, действие биопрепаратов было более сильным, чем химического эталона – рост на 22% в варианте Трихоцин,

СП + Витаплан, СП и на 16–17% при применении Скарлет, МЭ (табл. 5).

Изучаемые обработки повлияли на биометрические параметры растений и в фазе цветения. Площадь флагового листа увеличивалась только при обработке семян Трихоцином, СП с Витапланом, СП, а также при использовании протравителя Скарлет, МЭ. Этот показатель был выше и при опрыскивании посевов Алирином Б, Ж и Трихоцином, СП на фоне внесения Стернифага, СП. Высота растений возросла во всех вариантах обработки семян и при опрыскивании посевов Титулом 390, ККР. На воздушно-сухую биомассу достоверно не повлияла ни одна обработка (табл.6).

**Таблица 4.** Влияние предпосевной обработки семян на некоторые биометрические показатели в фазе кущения пшеницы (2021)

| Вариант                                     |                    | Высота растений, см | Длина корней, см | Количество корней, шт./раст. | Воздушно-сухая биомасса корней, г /25 раст. | Воздушно-сухая биомасса надземной части растений, г/ 25 раст. |
|---|--------------------|---------------------|------------------|------------------------------|---|---|
| Контроль                                    | Без Стернифага, СП | 23.8                | 7.7              | 3.5                          | 0.44  | 5.08  |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т |                    | 25.0*               | 8.5*             | 3.9*                         | 0.44  | 5.10  |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т |                    | 24.9                | 7.6              | 4.0*                         | 0.51  | 5.86  |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        |                    | 24.8                | 6.9*             | 4.0*                         | 0.48  | 4.90  |
| Контроль                                    | Стернифаг, СП      | 23.7                | 7.2              | 3.5                          | 0.44  | 5.24  |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т |                    | 24.4                | 7.6              | 4.0*                         | 0.51  | 5.46  |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т |                    | 23.3                | 6.8*             | 3.7                          | 0.42  | 5.12  |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        |                    | 24.1                | 7.9              | 3.9*                         | 0.56  | 5.60  |
| НСР <sub>05</sub>                           |                    | 1.1                 | 0.7              | 0.3                          | 0.12  | 0.95  |

Примечание: \* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне P<sub>05</sub>

**Table 4.** Effect of seed dressing on some biometric indicators in the tillering phase of wheat (2021)

| 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, WP | 23.8             | 7.7             | 3.5                       | 0.44                                   | 5.08                                    |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t |                  | 25.0*            | 8.5*            | 3.9*                      | 0.44                                   | 5.10                                    |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   |                  | 24.9             | 7.6             | 4.0*                      | 0.51                                   | 5.86                                    |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          |                  | 24.8             | 6.9*            | 4.0*                      | 0.48                                   | 4.90                                    |
| Control                                       | Sternifag, WP    | 23.7             | 7.2             | 3.5                       | 0.44                                   | 5.24                                    |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t |                  | 24.4             | 7.6             | 4.0*                      | 0.51                                   | 5.46                                    |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   |                  | 23.3             | 6.8*            | 3.7                       | 0.42                                   | 5.12                                    |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          |                  | 24.1             | 7.9             | 3.9*                      | 0.56                                   | 5.60                                    |
| LSD <sub>05</sub>                             |                  | 1.1              | 0.7             | 0.3                       | 0.12                                   | 0.95                                    |

\*Treatments significantly different from each other (P < 0.05)

**Таблица 5.** Влияние протравливания семян на структурные показатели посева пшеницы (2021)

| 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                                    | 486                                    | 360  | 74.1            | 428                                    | 1.19                         | 396                                     | 1.10                                |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 590                                    | 440  | 74.6            | 524*                                   | 1.19                         | 484*                                    | 1.10                                |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 595                                    | 448  | 75.3            | 516*                                   | 1.15                         | 484*                                    | 1.08                                |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 581                                    | 440  | 75.7            | 500                                    | 1.14                         | 460                                     | 1.05                                |
| НСР <sub>05</sub>                           | 126                                    | 92   |                 | 86                                     |                              | 74                                      |                                     |

Примечание: \* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне P<sub>05</sub>

**Table 5.** Effect of seed dressing on structural indication of wheat stand (2021)

| 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 Heads per m <sup>2</sup> | Number of Head-Bearing Stems per Plant |
|---|--------------------------------------|--|------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--|
| Control                                       | 486                                  | 360  | 74.1             | 428                                | 1.19                      | 396                                | 1.10                                   |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 590                                  | 440  | 74.6             | 524*                               | 1.19                      | 484*                               | 1.10                                   |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 595                                  | 448  | 75.3             | 516*                               | 1.15                      | 484*                               | 1.08                                   |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 581                                  | 440  | 75.7             | 500                                | 1.14                      | 460                                | 1.05                                   |
| LSD <sub>05</sub>                             | 126                                  | 92   |                  | 86                                 |                           | 74                                 |  |

\*Treatments significantly different from each other (P < 0.05)

**Таблица 6.** Влияние протравливания и обработок по вегетации на некоторые биометрические показатели в период цветения пшеницы (2021)

| Вариант  | Площадь<br>флаг-листа, см <sup>2</sup> | Высота растений,<br>см | Воздушно-сухая масса<br>25 растений, г |
|--|--|------------------------|--|
| Контроль   | 13.1                                   | 78.6                   | 29.1                                   |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т                          | 15.2*                                  | 84.4*                  | 30.3                                   |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т                          | 14.7                                   | 86.8*                  | 34.7                                   |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т   | 15.4*                                  | 84.5*                  | 32.8                                   |
| Титул 390, ККР, 0.26 л/га  | 15.0                                   | 81.4*                  | 32.5                                   |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га                          | 15.2                                   | 77.9                   | 31.6                                   |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га                          | 14.5                                   | 81.2                   | 35.5                                   |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га | 13.5                                   | 80.1                   | 31.5                                   |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га | 15.7*                                  | 79.7                   | 35.0                                   |
| НСР <sub>05</sub>  | 2.0                                    | 2.8                    | 9.1                                    |

Примечание: \* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне P<sub>05</sub>

**Table 6.** Effect of seed dressing and treatments during vegetation on several biometric indicators during flowering of wheat (2021)

| Treatment  | Flag Leaf Area,<br>cm <sup>2</sup> | Plant Height,<br>cm | Dry Weight of 25<br>Plants, g |
|--|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Control  | 13.1                               | 78.6                | 29.1                          |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t                          | 15.2*                              | 84.4*               | 30.3                          |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t                            | 14.7                               | 86.8*               | 34.7                          |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t   | 15.4*                              | 84.5*               | 32.8                          |
| Titul 390, CSC, 0.26 l/ha  | 15.0                               | 81.4*               | 32.5                          |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha                            | 15.2                               | 77.9                | 31.6                          |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha                          | 14.5                               | 81.2                | 35.5                          |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha   | 13.5                               | 80.1                | 31.5                          |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha | 15.7*                              | 79.7                | 35.0                          |
| LSD <sub>05</sub>  | 2.0                                | 2.8                 | 9.1                           |

\*Treatments significantly different from each other (P < 0.05)

Предпосевная обработка семян и обработки посевов по вегетации оказывали влияние на структурные показатели продуктивности колоса (табл. 7). Длина колоса увеличивалась на 7.4–14.7%, достоверно выше контроля она была в вариантах Скарлет, МЭ, Алирин Б, Ж + Витаплан, СП, Алирин Б, Ж + Трихоцин, СП и Стернифаг, СП + Алирин Б, Ж + Витаплан, СП. Количество колосков в колосе

возросло на 4.1–13.6%, существенно больше их было при применении практически всех препаратов, за исключением варианта Трихоцин, СП + Витаплан, СП. Наблюдалась тенденция увеличения количества зерен в колосе на 5.7–17.2%, но различия с контролем были недостоверными. Масса зерна с колоса была достоверно выше лишь в варианте Стернифаг, СП + Алирин Б, Ж + Витаплан, СП.

**Таблица 7.** Влияние протравливания и обработок по вегетации на структурные показатели продуктивности колоса (2021)

| Вариант  | Длина колоса,<br>см | Количество колосков<br>в колосе, шт. | Количество зерен<br>в колосе, шт. | Масса зерна<br>с колоса, г |
|--|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Контроль   | 9.5                 | 14.7                                 | 34.8                              | 1.01                       |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т                          | 9.8                 | 15.3                                 | 36.8                              | 1.14                       |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т                          | 10.4                | 16.1*                                | 34.7                              | 1.01                       |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т   | 10.6*               | 16.3*                                | 36.9                              | 1.11                       |
| Титул 390, ККР, 0.26 л/га  | 10.4                | 16.5*                                | 38.7                              | 1.21                       |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га                          | 10.9*               | 16.7*                                | 40.0                              | 1.22                       |
| Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га                          | 10.8*               | 16.5*                                | 40.8                              | 1.28                       |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га | 10.9*               | 16.0*                                | 40.2                              | 1.36*                      |
| Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га | 10.2                | 15.9*                                | 37.2                              | 1.15                       |
| НСР <sub>05</sub>  | 1.0                 | 1.1                                  | 7.3                               | 0.30                       |

Примечание: \* – варианты достоверно отличаются от контроля на уровне P<sub>05</sub>

**Table 7.** Effects of seed dressing and treatments during vegetation on structural indicators of ear productivity (2021)

| Treatment  | Head Length, cm | Number of Spikelets in Head | Number of Kernels in Head | Weight of Kernels per Head |
|--|-----------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Control  | 9.5             | 14.7                        | 34.8                      | 1.01                       |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t                          | 9.8             | 15.3                        | 36.8                      | 1.14                       |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t                            | 10.4            | 16.1*                       | 34.7                      | 1.01                       |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t   | 10.6*           | 16.3*                       | 36.9                      | 1.11                       |
| Titul 390, CSC, 0.26 l/ha  | 10.4            | 16.5*                       | 38.7                      | 1.21                       |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha                            | 10.9*           | 16.7*                       | 40.0                      | 1.22                       |
| Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha                          | 10.8*           | 16.5*                       | 40.8                      | 1.28                       |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha   | 10.9*           | 16.0*                       | 40.2                      | 1.36*                      |
| Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha | 10.2            | 15.9*                       | 37.2                      | 1.15                       |
| LSD <sub>05</sub>  | 1.0             | 1.1                         | 7.3                       | 0.30                       |

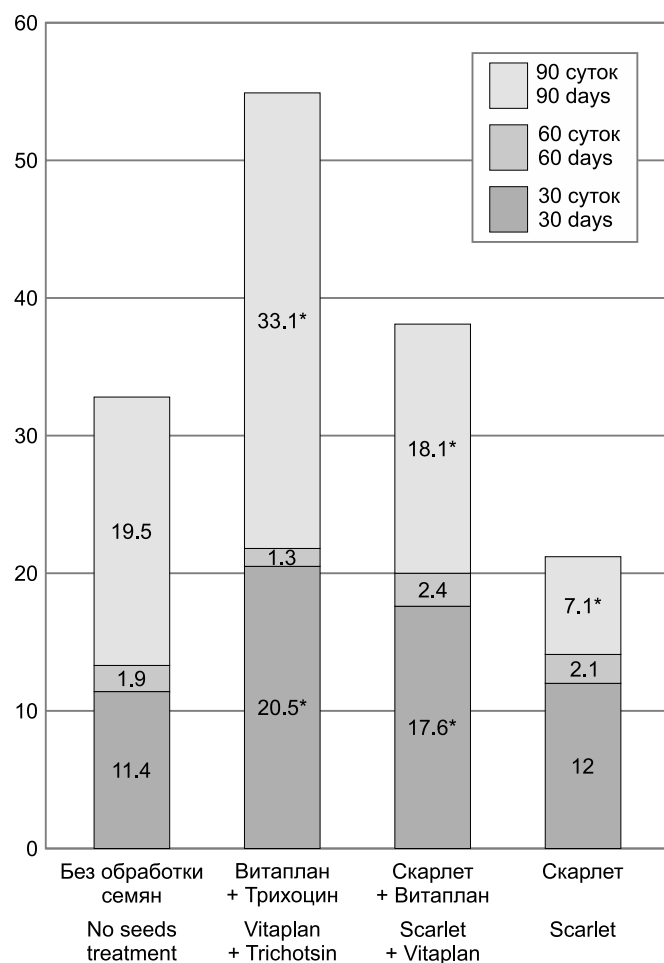
\*Treatments significantly different from each other ( $P < 0.05$ )

В полевых условиях выявлена различающаяся интенсивность утилизации целлюлозы в почве при посеве семенами, обработанными изучаемыми препаратами, и в контроле. В первые 30 суток деструкция полотен протекала интенсивнее в случае высева семян, защищённых биофунгицидами: Витаплан, СП в комплексе с Трихоцином, СП усилил разложение целлюлозы в 1.8, а с системным фунгицидом Скарлет, МЭ – в 1.5 раза. В последующие даты учета аналогичная тенденция по разнице убыли массы полотен между опытными и контрольным вариантами сохранялась и составила, соответственно, 1.6 и 1.4 раз (60 сут); 1.7 и 1.2 раза (90 сут). И в целом за 90 суток полевого эксперимента в условиях нестабильного прихода атмосферной влаги, максимальное количество утилизированной целлюлозы зафиксировано при защите семян биофунгицидами Витаплан, СП + Трихоцин, СП. Обработка семян системным фунгицидом на разложении целлюлозы сказалась негативно: в течение первых 60 суток убыль массы полотен практически не отличалась от контрольной, а в конце сезона распад был ниже, чем в контроле, в 1.5 раза (рис. 1).

Для сравнения интенсивности целлюлозолитической активности в прикорневой зоне, обработанной Стернифагом, СП, и контрольной почве, проведен лабораторный эксперимент, выявивший статистически достоверное ускорение утилизации целлюлозы в вариантах с защитой семян. В обработанной Стернифагом, СП почве процесс протекал интенсивнее, если высевали семена, обработанные смесями Витаплана, СП с Трихоцином, СП (в 1.4 раза) и препаратом Скарлет, МЭ (в 1.3 раза). Целлюлозолитическая активность обработанной Стернифагом, СП почвы с посевом семян, протравленных системным фунгицидом, не превысила контрольный показатель (табл. 8).

К концу сезона на фоне внесения Стернифага, СП под обработанной биофунгицидами в период вегетации пшеницей разложение целлюлозы усиливалось в 1.2–1.4 раза, если высевали непротравленные семена, а также протравленные препаратом Скарлет, МЭ и его смесью с Витапланом, СП с обработкой посева по вегетации Алирином Б, Ж и Витапланом, СП.

На фоне обработок Алирином Б, Ж и Витапланом, СП без внесения Стернифага, СП к концу полевого эксперимента максимальное количество целлюлозы утилизировалось как под незащищенной от почвенно-семенной



**Рисунок 1.** Зависимость разложения целлюлозы под яровой пшеницей от обработки семян в полевых условиях в сезонной динамике, % (2021)  
\* – отличия от контроля по t-критерию

**Figure 1.** Dependence of cellulose decomposition under spring wheat on seed treatment under field conditions throughout the season, % (2021)  
\* – differences from t-test control

инфекции пшеницей, так и под защищенной фунгицидом Скарлет. В варианте Стернифаг, СП + Алирин Б, Ж + Трихоцин, СП посев обработанными семенами привел к снижению целлюлозолитической активности при



**Таблица 8.** Скорость разложения целлюлозы в почве, обработанной перед посевом Стернифагом, СП, лабораторный эксперимент (2021)

| Вариант                                     | Степень разложения целлюлозы, %, среднее ± ош.ср. |               |                                     |       |
|---|---|---------------|-------------------------------------|-------|
|   | Без внесения Стернифага, СП                       | Стернифаг, СП | t-критерий, на 5% уровне значимости |       |
|   |   |               | факт.                               | табл. |
| Контроль                                    | 17.70±0.36  | 19.20±0.51    | 2.40                                | 2.45  |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 20.63±0.11  | 24.56±0.60    | 6.44                                |       |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 19.42±0.51  | 23.03±0.36    | 5.78                                |       |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 21.04±0.56  | 19.19±0.49    | 2.49                                |       |

**Table 8.** Cellulose decomposition rate in soil treated with Sternifag before sowing wheat under laboratory conditions (2021)

| Treatment                                     | Degree of cellulose decomposition, %, mean ± SE |               |                                       |       |
|---|---|---------------|---------------------------------------|-------|
|   | No Sternifag, WP                                | Sternifag, WP | t criterion, at 5% significance level |       |
|   |   |               | Fact.                                 | Table |
| Control                                       | 17.70±0.36                                      | 19.20±0.51    | 2.40                                  | 2.45  |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 20.63±0.11                                      | 24.56±0.60    | 6.44                                  |       |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 19.42±0.51                                      | 23.03±0.36    | 5.78                                  |       |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 21.04±0.56                                      | 19.19±0.49    | 2.49                                  |       |

использовании Витаплан, СП + Скарлет, МЭ в 1.4 раза, в варианте со Скарлет, МЭ – в 1.8 раза. Среди изучаемых схем защиты растений лучшим по влиянию на целлюлолитический процесс оказался вариант, включающий посев неперотравленных семян и обработку растений фунгицидом. Убыль массы полотна в этом варианте составила 60.7%, что в 1.9 раза выше, чем в контроле и при протравливании семян биофунгицидами (табл. 9).

В целом, по шкале Звягинцева Д.Г., интенсивность разрушения клетчатки за вегетационный сезон 2021 г. можно характеризовать как среднюю (в пределах 30–50%). Высокая интенсивность (в диапазоне от 50 до 80%) наблюдалась только при использовании двух схем защиты: а) неперотравленные семена + обработка растений фунгицидом Титул 390, ККР и б) неперотравленные семена + обработка растений Алирином Б, Ж и Витапланом, СП.

**Таблица 9.** Разложение целлюлозы в ризосфере яровой мягкой пшеницы, выращиваемой с использованием биологических препаратов и фунгицидов, через 90 суток, полевой эксперимент (2021)

| Вариант                                     | Степень разложения целлюлозы, %, среднее ± ош.ср. |                           |                                    |                       |  |                       |
|---|---|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|
|   | Без обработки фунгицидами                         | Титул 390, ККР, 0.26 л/га | Алирин Б, Ж, 2 л/га в фазе кущения |                       | Стернифаг, СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га, в фазе кущения |                       |
|   |   |                           | + в фазе флаг-лист – колошение     |                       |  |                       |
|   |   |                           | Витаплан, СП, 40 г/га              | Трихоцин, СП, 40 г/га | Витаплан, СП, 40 г/га  | Трихоцин, СП, 40 г/га |
| Контроль                                    | 32.8±0.45   | 60.7±1.15*                | 54.2±1.08*                         | 47.6±0.98*            | 40.8±0.31*   | 39.1±0.50*            |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 54.9±0.57*  | 31.1±0.49                 | 35.0±0.83                          | 45.2±1.08*            | 32.6±0.76  | 32.9±0.41             |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 38.1±0.96*  | 31.2±0.80                 | 34.7±0.49                          | 26.7±0.75*            | 47.0±0.70*   | 28.8±0.53*            |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 21.2±1.18*  | 32.6±0.89                 | 49.5±0.52*                         | 22.0±0.52*            | 45.4±0.74*   | 21.5±0.4*             |

Степень влияния по Снедекору = 98.1%; НСР<sub>05</sub> для частных средних = 2.12

**Table 9.** Decomposition of cellulose in the rhizosphere of spring soft wheat grown using biopreparations and fungicides after 90 days under field conditions (2021)

| Treatment                                     | Degree of cellulose decomposition, %, mean ± SE |                           |  |                         |  |                         |
|---|---|---------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|
|   | No fungicides                                   | Titul 390, CSC, 0.26 l/ha | Alirin B, L, 2 l/ha in the tillering phase |                         | Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha, in the tillering phase |                         |
|   |   |                           | + in the flag-leaf – earing phase          |                         |  |                         |
|   |   |                           | Vitaplan, WP, 40 g/ha                      | Trichotsin, WP, 40 g/ha | Vitaplan, WP, 40 g/ha  | Trichotsin, WP, 40 g/ha |
| Control                                       | 32.8±0.45                                       | 60.7±1.15*                | 54.2±1.08*                                 | 47.6±0.98*              | 40.8±0.31*   | 39.1±0.50*              |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 54.9±0.57*                                      | 31.1±0.49                 | 35.0±0.83                                  | 45.2±1.08*              | 32.6±0.76  | 32.9±0.41               |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 38.1±0.96*                                      | 31.2±0.80                 | 34.7±0.49                                  | 26.7±0.75*              | 47.0±0.70*   | 28.8±0.53*              |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 21.2±1.18*                                      | 32.6±0.89                 | 49.5±0.52*                                 | 22.0±0.52*              | 45.4±0.74*   | 21.5±0.4*               |

The degree of influence according to Snedekor = 98.1%; LSD<sub>05</sub> = 2.12

Как и в предыдущем исследовании (Власенко и др., 2021), повышенную целлюлозолитическую активность почвы при предпосевном внесении Стернифага, СП можно было наблюдать непосредственно по количеству разложившейся стерни. Запас растительных остатков на

поверхности и в верхнем десятисантиметровом слое почвы в этом году был в 4 раза больше, чем в 2020 г. Через 15 дней после обработки растительных остатков было в 2.8 раза меньше, чем на участке без обработки, а через 30 дней различия составили 2.5 раза (табл. 10).

**Таблица 10.** Влияние обработки Стернифагом, СП на количество растительных остатков в почве и на ее поверхности (2021)

| Срок учёта                    | Количество растительных остатков, г/м <sup>2</sup> |               | НСР <sub>05</sub> |
|-------------------------------|--|---------------|-------------------|
|                               | Без Стернифага, СП                                 | Стернифаг, СП |                   |
| Через 15 дней после обработки | 1706.0±336   | 603.0±41      | 752               |
| Через 30 дней после обработки | 1232.0±113   | 500.0±40      | 276               |

**Table 10.** Influence of treatment with Sternifag on the amount of plant residues, g/m<sup>2</sup> (2021)

| Accounting period             | The amount of plant residues, g/m <sup>2</sup> |               | LSD <sub>05</sub> |
|-------------------------------|--|---------------|-------------------|
|                               | No Sternifag, WP                               | Sternifag, WP |                   |
| 15 days after the application | 1706.0±336                                     | 603.0±41      | 752               |
| 30 days after the application | 1232.0±113                                     | 500.0±40      | 276               |

Так же, как и в 2020 году, в вариантах обработки семян в среднем по опыту наибольший рост урожайности обеспечило применение протравителя Скарлет, МЭ (0.31 т/га), однако обработка семян биопрепаратами лишь немного уступала ему (0.25 т/га) (табл. 11). Среди обработок по вегетации наиболее эффективным было применение фунгицида Титул 390, ККР (0.24 т/га). Обработки

биопрепаратами повысили урожай на 0.1–0.14 т/га, при этом, в отличие от 2020 г., на фоне применения Стернифага, СП прибавки были немного выше. Совместное применение химических препаратов повысило урожайность на 0.64 т/га, а использование биопрепаратов – на 0.25–0.33 т/га.

**Таблица 11.** Влияние протравливания семян и обработок по вегетации на урожайность пшеницы, т/га (2021)

| Обработка семян фактор А                    | Обработки по вегетации, фактор В                              |                           |   |   |   |  |                      |
|---|---|---------------------------|---|---|---|--|----------------------|
|   | Контроль  | Титул 390, ККР, 0.26 л/га | Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га | Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин, СП, 40 г/га | Стернифаг СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Витаплан, СП, 40 г/га | Стернифаг СП, 80 г/га + Алирин Б, Ж, 2 л/га + Трихоцин СП, 40 г/га | Средние по фактору А |
| Контроль                                    | 2.14  | 2.29                      | 2.19  | 2.19  | 2.14  | 2.28   | 2.20                 |
| Трихоцин, СП, 20 г/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 2.38  | 2.59                      | 2.42  | 2.47  | 2.44  | 2.40   | 2.45*                |
| Скарлет, МЭ, 0.2 л/т + Витаплан, СП, 20 г/т | 2.21  | 2.34                      | 2.42  | 2.39  | 2.43  | 2.41   | 2.37*                |
| Скарлет, МЭ, 0.4 л/т                        | 2.31  | 2.78                      | 2.43  | 2.51  | 2.53  | 2.50   | 2.51*                |
| Средние по фактору В                        | 2.26  | 2.50*                     | 2.36  | 2.39*                                       | 2.39*   | 2.40*  |                      |
| НСР <sub>05</sub>                           | По фактору А =0.09, по фактору В =0.11, частных средних =0.21 |                           |   |   |   |  |                      |

**Table 11.** Influence of seed dressing and treatments during vegetation on wheat yield, t/ha (2021)

| Seed Dressings Factor A                       | Foliar treatments, Factor B |                           |  |   |  |  |                |
|---|-----------------------------|---------------------------|--|---|--|--|----------------|
|   | Control                     | Titul 390, CSC, 0.26 l/ha | Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan WP, 40 g/ha | Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha | Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Vitaplan, WP, 40 g/ha | Sternifag, WP, 80 g/ha + Alirin B, L, 2 l/ha + Trichotsin, WP, 40 g/ha | Factor A Means |
| Control                                       | 2.14                        | 2.29                      | 2.19                                       | 2.19  | 2.14   | 2.28   | 2.20           |
| Trichotsin, WP, 20 g/t + Vitaplan, WP, 20 g/t | 2.38                        | 2.59                      | 2.42                                       | 2.47  | 2.44   | 2.40   | 2.45*          |
| Scarlet, ME, 0.2 l/t + Vitaplan, WP, 20 g/t   | 2.21                        | 2.34                      | 2.42                                       | 2.39  | 2.43   | 2.41   | 2.37*          |
| Scarlet, ME, 0.4 l/t                          | 2.31                        | 2.78                      | 2.43                                       | 2.51  | 2.53   | 2.50   | 2.51*          |
| Factor B Means                                | 2.26                        | 2.50*                     | 2.36                                       | 2.39*   | 2.39*  | 2.40*  |                |
| LSD <sub>05</sub>                             | A=0.09, B=0.11, Mean= 0.21  |                           |  |   |  |  |                |

### Заключение

Изучение эффективности применения биопрепаратов выявило как особенности, обусловленные метеоусловиями текущего года, так и общие закономерности действия препаратов. В условиях 2021 г. эффективность биопрепаратов в подавлении корневой гнили уже в фазе кущения была не ниже, чем у химического протравителя Скарлет, МЭ. В конце вегетации все приемы обработки семян примерно одинаково снижали развитие болезни. При сильном (33%) развитии септориоза ни химический, ни биологические протравители не снижают развития данной болезни. Обработки по вегетации (кроме фунгицида Титул 390, ККР) также слабо снижают пораженность растений болезнью. Эффективность подавления мучнистой росы и бурой ржавчины при обработке семян биологическими препаратами не уступает химическому протравителю. Обработки биопрепаратами по вегетации не приводят к существенному снижению пораженности растений этими

болезнями. В условиях 2021 г. протравливание семян обеспечило достоверный рост урожайности, больший чем от применения фунгицидов по вегетации. Совместное применение двух химических препаратов, как и в прошлом году, обеспечило рост урожайности на 0.64 т/га, лучшие комбинации биопрепаратов – на 0.33 т/га. В целом проведенные исследования подтверждают наши наблюдения (Власенко и др., 2021) о том, что хотя биопрепараты и демонстрируют меньшую биологическую эффективность по сравнению с химическими, могут быть подобраны такие сочетания синтетических и микробиологических фунгицидов, которые обеспечат фитосанитарное состояние посевов и урожайность на необходимом уровне. Таким образом, применение биопрепаратов заслуживает заметной роли в системе оздоровления фитосанитарного состояния посевов мягкой яровой пшеницы и дальнейших углубленных исследований данного вопроса.

### Библиографический список (References)

- Базаева ЛМ, Алборова ПВ, Ханаева ДК, Козырев АХ (2017) Агроекологические приемы повышения иммунных и продуктивных свойств озимой пшеницы. *Агропродовольственная политика России* 11(71):102–105
- Власенко НГ, Павлюшин ВА, Теплякова ОИ, Кулагин ОВ, Морозов ДО (2021) Эффективность защиты яровой пшеницы биопрепаратами и фунгицидами в лесостепи Приобья: I. Первые результаты в экстремальных погодных условиях. *Вестник защиты растений* 104(4):202–212. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-4-15029>
- Власова ОИ, Данилец ЕА, Передериева ВМ, Вольгерс ИА (2019) Эффективность использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы. *Научный журнал КубГАУ* 49(5):1–8
- Гвоздева МС, Волкова ГВ, Агапова ВД (2021) Эффективность биологических фунгицидов против пятнистостей листьев озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского Края. *Вестник Казанского государственного аграрного университета* 16(2(62)):5–10 <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-10>
- Гаврилова ВИ, Герасимова МИ (2019) Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и экологическая изменчивость. *Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение* 1:23–27
- Дегтярева ИА, Давлетшина АЯ, Яппаров ИА, Мотина ТЮ, Зарипова СК, Вафина ЗМ (2019) Оценка влияния пестицидов различного назначения по отношению к консорциуму микроорганизмов-деструкторов. *Владимирский земледелец* 1(87):31–34. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10051>
- 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
- Лазарев АП, Майсямова ДР (2006) Скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах за осенне-весенний и годовой периоды. *Почвоведение* 6:751–757
- Новиков ВМ (2016) Влияние агротехнологических приемов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур. *Зернобобовые и крупяные культуры* 4 (20):116–120
- Овчинникова ТА, Панкратов ТА (2009) Методы экологии почвенных микроорганизмов: уч. пос. Самара: Изд-во «Самарский университет». 62 с.
- Петровский АС, Каракотов СД (2017) Микробиологические препараты в растениеводстве. Альтернатива или партнерство? *Защита и карантин растений* 2:14–18
- 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
- Санин СС, Черкашин ВИ, Назарова ЛН (2002) Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений). М.: ФГНУ Росинформагротех. 140 с.
- Свиридова ОВ, Воробьев НИ, Проворов НА, Орлова ОВ, Русакова ИВ, Андронов ЕЕ, Пищик ВН, Попов АА, Круглов ЮВ (2016) Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными препаратами. *Сельскохозяйственная биология* 51(5):664–672. <https://doi.org/10.15389/agrobio.2016.5.664rus>
- Свистова ИД, Сенчакова ТЮ (2010) Экологическая пластичность грибов рода *Trichoderma* в черноземе выщелоченном. *Почвоведение* 3:342–348
- Сорокин ОД (2012) Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск. 282 с.
- Теплякова ОИ, Власенко НГ (2017) Разложение целлюлозы в черноземе выщелоченном под яровой мягкой пшеницей при контроле болезней фунгицидами. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* 2:222–225
- Торопова ЕЮ, Кириченко АА (2012) Фитосанитарный экологический мониторинг. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям и контрольной работе. Новосибирск: НГАУ. 38 с.
- Adnan M, Islam W, Shabbir A, Khan KA, Ghramh HA, Huang Z, Chen Han YH, Lu G (2019) Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus.

- Microbial Pathogenesis* 129:7–18. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.042>
- Ali S, Moon YS, Hamayun M, Khan MA, Bibi K, Lee IJ (2022) Pragmatic role of microbial plant biostimulants in abiotic stress relief in crop plants. *J Plant Interact* 17(1):705–718 <https://doi.org/10.1080/17429145.2022.2091801>
- Asad SA (2022) Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against fungal plant diseases-A review. *Ecol Complexity* 49:100978. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2021.100978>
- Ebrahimi-Zarandi M, Saberi R, Tarkka MT (2022). Actinobacteria as effective biocontrol agents against plant pathogens, an overview on their role in eliciting plant defense. *Microorganisms* 10(9):1739. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091739>
- Elnahal AS, El-Saadony MT, Saad AM, Desoky ESM et al (2022) The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture: A review. *Eur J Plant Pathol* 162:759–792. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02393-7>
- Jan MR, Shah Z, Shah J, Ishrat S (2001) Effect of pesticides on soil microorganisms. *Environ Appl Note* 33(23):24–25.
- Jaggi V, Sahgal M (2021) Biotic Constraints to Wheat Production in Tropics: Microbial Control Strategies and Mechanism. In: Dubey SK, Verma SK (eds) *Plant, Soil and Microbes in Tropical Ecosystems* (pp. 177–201). Singapore: Springer. 177–201. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3364-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3364-5_8)
- Książek-Trela P, Szpyrka E (2022) The effect of natural and biological pesticides on the degradation of synthetic pesticides. *Plant Protect Sci* 58:273–291. <https://doi.org/10.17221/152/2021-PPS>
- Modrzewska M, Bryła M, Kanabus J, Pierzgałski A (2022) *Trichoderma* as a biostimulator and biocontrol agent against *Fusarium* in the production of cereal crops: Opportunities and possibilities. *Plant Pathol* 71(7):1471–1485. <https://doi.org/10.1111/ppa.13578>
- Mukherjee A, Bhowmick S, Yadav S, Rashid MM, Chouhan GK, Vaishya JK, Verma JP (2021) Re-vitalizing of endophytic microbes for soil health management and plant protection. *3 Biotech* 11(9):1–17. <https://doi.org/10.1007/s13205-021-02931-4>
- O’Callaghan M, Ballard RA, Wright D. (2022). Soil microbial inoculants for sustainable agriculture: Limitations and opportunities. *Soil Use and Management* 38:1340–1369. <https://doi.org/10.1111/sum.12811>
- Powell AJ, Vujanovic V (2021) Evolution of fusarium head blight management in wheat: scientific perspectives on biological control agents and crop genotypes proto-cooperation. *Appl Sci* 11(19):8960. <https://doi.org/10.3390/app11198960>
- Prasad P, Bhardwaj SC, Thakur RK, Adhikari S, Gangwar OP, Lata C, Kumar S (2021) Prospects of climate change effects on crop diseases with particular reference to wheat. *J Cereal Res* 13(2):117–134. <http://doi.org/10.25174/2582-2675/2021>
- Ram RM, Debnath A, Negi S, Singh H B (2022). Use of microbial consortia for broad spectrum protection of plant pathogens: regulatory hurdles, present status and future prospects. *Biopesticides* 319–335.
- Salwan R, Sharma A, Kaur R, Sharma R et al (2022) The riddles of *Trichoderma* induced plant immunity. *Biol Control* 105037. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105037>
- Singh R, Rani A, Kumar A, Girdharwal V et al (2015) Biochemical changes during in vitro decomposition of wheat crop residues by *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. *Internat J Adv Inform Sci Technol (IJAIST)* 41:5–9. <https://doi.org/10.15693/ijaist/2015.v4i9.5-9>
- Subba R, Mathur P (2022) Functional attributes of microbial and plant based biofungicides for the defense priming of crop plants. *Theor Exper Plant Physiol* 1–33. <https://doi.org/10.1007/s40626-022-00249-x>
- Tyśkiewicz R, Nowak A, Ozimek E, Jaroszuk-Ścisiel J (2022) *Trichoderma*: The current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *Int J Mol Sci* 23(4):2329. <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>

#### Translation of Russian References

- Bazaeva LM, Alborova PV, Khanayeva DK, Kozyrev AH (2017) [Agroecological techniques for increasing the immune and productive properties of winter wheat]. *Agroprodovolstvennaya politika Rossii* 11(71):102–105 (In Russian)
- Vlasenko NG, Pavlyushin VA, Teplyakova OI, Kulagin OV, Morozov DO (2021) [Protection of spring wheat with biopreparations and fungicides in the forest-steppe of Priobye: I. First results in extreme weather conditions]. *Vestnik Zashchity rasteniy* 104(4):202–212 (In Russian) <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-4-15029>
- Vlasova OI, Danilets EA, Perederieva VM, Volters IA (2019) [Efficiency of biopreparations in the cultivation of winter wheat] *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 49(5):1–8 (In Russian) <https://doi.org/10.21515/1990-4665-149-011>
- Gvozdeva MS, Volkova GV, Agapova VD (2021) [The effectiveness of biological fungicides against the spare parts of the leaves of winter wheat in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 16(2(62)):5–10 (In Russian) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-10>
- Gavrilova VI, Gerasimova MI (2019) [Cellulosolytic activity of soils: methods of measuring, factors, and geographic variability]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 17. Pochvovedenie* 1:23–27 (In Russian)
- Degtyareva IA, Yapparov IA, Davletshina AY, Motina TYu, Zaripova SK, Vafina ZM (2019) [Assessment of the impact of pesticides different function to consortium of microorganisms- destructors]. *Vladimirskiy zemledelets* 1(87):31–34. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10051>
- 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]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii* 2(47):6–12 (In Russian)
- Lazarev AP, Maysyamova DR (2006) The decomposition of after harvest residues in chernozems during the autumn-spring period and in the annual cycle. *Eurasian Soil Science* 39(6):676–682 (In Russian)

- Novikov VM (2016) [Effect of agrotechnological techniques and weather conditions on the biological activity of dark gray forest soil in the cultivation of legumes and cereals]. *Zernobovovyye i krupyanyye kultury* 4(20):116–120 (In Russian)
- Ovchinnikova TA, Pankratov TA (2009) [Methods of ecology of soil microorganisms]. Samara: Izd-vo «Samarskiy universitet» 62 p. (In Russian)
- Petrovsky AS, Karakotov SD (2017) [Microbiological preparations in crop production. Alternative or partnership?] *Zashchita i karantin rasteniy* 2:14–18 (In Russian)
- Sanin SS, Nazarov LN, Neklesa NP, Polyakova TM, Goodwin S (2012) [Effectiveness of biopesticides and plant growth regulators in the wheat protection from diseases]. *Zashchita i karantin rasteniy* 3:16–18 (In Russian)
- Sanin SS, Cherkashin VI, Nazarova LN (2002) [Phytopathological examination of grain crops (plant diseases)]. M.: FGUN Rosinformagrotech. 140 p. (In Russian)
- Sviridova OV, Vorobyev NI, Provorov NA, Orlova OV, Rusakova IV, Andronov EE, Pishchik VN, Popov AA, Kruglov SE (2016) [The alignment of soil's conditions for plant's development during microbial destruction of plant's residues by microbial preparations]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* 51(5):664–672 (In Russian) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.664rus>
- Svistova ID, Senchakova TY (2010) Ecological plasticity of Trichoderma fungi in leached chernozem. *Eurasian Soil Science* 43(3):314–320 (In Russian)
- Sorokin OD (2012) Application statistics on a computer. 2nd ed. Novosibirsk. 282 p. (In Russian)
- Teplyakova OI, Vlasenko NG (2017) Decomposition of cellulose in leached chernozem under spring soft wheat in the control of diseases with fungicides. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* 2:222–225 (In Russian)
- Toropova YU, Kirichenko AA (2012) Phytopathological environmental monitoring. Methodological guidelines for laboratory and practical exercises and control work. Novosibirsk: NGAU. 38 p. (In Russian)
- Plant Protection News, 2022, 105(4), p. 180–192
- OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy) <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2022-105-4-15357>

Full-text article

## PROTECTION OF SPRING WHEAT WITH BIOPREPARATIONS AND FUNGICIDES IN THE FOREST STEPPE OF PRIOBYE:

### II. ACTIVITY UNDER CONDITIONS OF MOISTURE DEFICIENCY

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, Krasnoobsk, Russia

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

<sup>3</sup>OOO “AgroBioTechnology”, Moscow, Russia

\*corresponding author, e-mail: vlas\_nata@ngs.ru

The effectiveness of chemical, fungal and bacterial fungicide treatments of spring soft wheat seeds and stands against major diseases was compared on leached chernozem of Novosibirsk region in 2021. Biological preparations including Sternifag, WP (*Trichoderma harzianum*) showed effect as early as in the tillering phase. The biologicals' effectiveness in root rot suppression was comparable to Scarlet, ME (imazalil+tebuconazole) and amounted to 62–64%, while Sternifag, WP halved the disease development. By the end of the growing season, all treatments, including the chemical one, equally suppressed root rot development; the best option was Scarlet, ME + Vitaplan, WP (*Bacillus subtilis*) with biological efficiency of 38%. In the case of severe pressure by Septoria blotch (33% in control), the most effective treatment was spraying the crop on the earing stage with Titul 390, KKR (propiconazole), which reduced the incidence of Septoria blotch by 84.3%, while biologicals had no effect. The powdery mildew was best suppressed by seed treatment with Scarlet, ME (73.9%), and the brown rust was best suppressed by Scarlet, ME + Vitaplan, WP (78.8%). The vegetation treatments inhibited the powdery mildew by 41–54% but didn't show a reliable effect against the brown rust. Seed treatment with microbial fungicides increased soil cellulolytic activity by 1.5–1.8 times while chemical disinfectant reduced it. The amount of plant residues decreased by 2.5–2.8 times due to the application of Sternifag, WP. The greatest increase in grain yield was obtained due to chemical fungicides – 0.64 t/ha, while biological preparations resulted in additional 0.25–0.33 t/ha.

**Keywords:** spring wheat diseases, biofungicides, biological efficacy, cellulolytic activity, plant residues, yield

Submitted: 06.06.2022

Accepted: 08.12.2022