

УДК 632.952:633.11«321»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА ОСНОВЕ ТРИАЗОЛОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВСХОДОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2019 г. С. В. Бурлакова¹, Н. Г. Власенко^{1,*}, С.С. Халиков^{2,**}

¹ Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН
630501 Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, Россия

² Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
119991 Москва, ГСП-1, ул. Вавилова, 28, Россия

*E-mail: vlas_nata@ngs.ru

**E-mail: salavathalikov@mail.ru

Поступила в редакцию 01.04.2019 г.

После доработки 14.04.2019 г.

Принята к публикации 08.08.2019 г.

Масляные эмульсии и суспензионный концентрат протравителей на основе протиоконазола и тебуконазола для комплексной защиты семенного материала от болезней в условиях лабораторного эксперимента показали, что масляная эмульсия протравителя на основе протиоконазола и тебуконазола эффективнее стимулировала корнеобразование и подавляла семенные болезни, а процесс прорастания, выживаемость семян и стимуляцию роста ростков – эмульсионная форма с протиоконазолом. Исследование воздействия препаративных форм показало перспективность использования масляной эмульсии двухкомпонентного фунгицида.

Ключевые слова: препаративная форма, протравители семян, триазолы, яровая пшеница, семенная инфекция, микозы, длина листа, длина корней.

DOI: 10.1134/S000218811911005X

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время протравливание семян фунгицидами является определяющим элементом в системе защиты растений [1], при этом наилучший эффект дают системные препараты [2]. Актуализировано экологически оправданное применение комплексных препаратов с низкой нормой расхода действующего вещества [3] или включением в состав биопрепаратов, а также использование модификации известных и применяемых на практике фунгицидов с помощью полимеров, ПАВ, наполнителей, антистрессовых компонентов [4]. В зависимости от состава препарата, величины его дозы фунгициды могут активизировать или ингибировать как фитосанитарный, так и ростовой эффекты [5]. Идеальными защитно-стимулирующими составами следует считать такие, в которых токсическое действие в отношении патогенов сочетается со стимулированием всхожести, усилением ростовых процессов и повышением урожая [6]. Использование инновационных композиций фунгицидов приводит к снижению инфекционной нагрузки как возбудителей кор-

невой гнили (*Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoemaker, *Fusarium* spp.), так и плесневых грибов (*Alternaria* spp. и *Penicillium* spp.) на 67–76%, повышению энергии прорастания и всхожести семян 3–6%, урожайности – на 10.4–33.7% [7].

Основу современного ассортимента средств химической защиты растений в зернопроизводстве РФ составляют азолсодержащие системные фунгициды – тебуконазол, триконазол, диниконазол, ципроконазол, дифеноконазол и др. [8]. Их препаративные формы постоянно совершенствуются [9, 10]. Указанные производные триазола могут влиять на биохимические и физиологические функции растений, вызывая как ретардантный, так и стимулирующий эффекты [11]. Например, тебуконазолсодержащие препараты способны увеличивать содержание абсцизовой кислоты в растениях пшеницы, повышая их адаптацию к низким температурам, что особенно актуально для сибирского региона [12]. С другой стороны, ретардантный эффект триазолов, усиливающийся при неблагоприятных условиях роста и развития растений, может приводить к сни-

жению полевой всхожести хлебных злаков на 25–30% [13]. В связи с этим в защите растений развивается направление, связанное, с одной стороны, с нейтрализацией токсического эффекта фунгицидов для злаковых растений, с другой – с усилением их биологической эффективности против возбудителей болезней.

Для совершенствования приемов технологии возделывания зерновых культур необходимы новые экспериментальные данные по влиянию инновационных фунгицидов, новых препаративных форм с высокой подвижностью компонентов и биологической активностью, влияющих на фитосанитарное состояние агрофитоценозов и продуктивность культур.

Повышение эффективности приема протравливания семян с целью предотвращения формирования у патогенов резистентности к фунгицидам реализуемо через использование комбинированных препаратов с многосторонней фунгицидной активностью. Изучение и сравнительная оценка эффективности их применения в различных препаративных формах позволяет выявить формы с наибольшей биологической активностью, повышенной растворимостью, прилипаемостью, контактно-системным действием, наименьшей токсической нагрузкой, что является актуальной задачей в повышении продуктивности зерновых агроценозов.

Цель работы – разработка альтернативных препаративных форм протравителей на основе триазолов и оценка их ростовой и биологической активности на семенном материале яровой пшеницы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено исследование по разработке рецептур альтернативных препаративных форм (масляные эмульсии (МЭ) и суспензионные концентраты (СК)) для известных фунгицидов – тебуконазола (ТБК) и имазалила (ИМЗ), которые описаны ранее [14], и протиоконазола (ПТК).

Протиоконазол [2-[(RS)-2-гидрокси-2-(1-хлорциклопропил)-3-(2-хлорфенил) пропил]-2Н-1,2,4-триазол-3(4Н)-тион] – системный фунгицид, обладает защитным, лечебным и искореняющим действием. Используется для обработки вегетирующих растений против возбудителей различных болезней и для протравливания зерна [15]. В растении метаболизируется до более устойчивого соединения – протиоконазол-дестио. Оказывает влияние на формирование мощных всходов с хорошо развитой корневой системой, на повышение кустистости и качественные показатели собранного урожая. Увеличение ку-

стистости в первые недели роста растений на 25–35% повышает засухоустойчивость, улучшает потребление питательных элементов и влаги, что повышает коэффициент кущения в 1.5 раза. Увеличение толщины побегов в 2 раза делает растения более прочными к механическим повреждениям, а отсутствие мезокотила, самой уязвимой части побега для насекомых и патогенных микроорганизмов, обеспечивает надежную защиту культуры от многих видов заболеваний и вредных насекомых на начальных этапах ее роста [16].

Приготовление протравителей в виде масляных эмульсий проводили в реакторах путем смешивания органической фазы на основе циклогексана, изопропанола, эмульгатора и водной фазы на основе пропиленгликоля. По этой технологии были получены: препарат 1–25%-ная масляная эмульсия протиоконазола, препарат 2 – масляная эмульсия, содержащая 25% протиоконазола и 15% тебуконазола.

Приготовление протравителя в виде суспензионного концентрата (препарат 3) проводили методом жидкофазного суспендирования в шаровой мельнице LE-101 [14]. Препарат 3 – суспензия, содержащая 4.1% протиоконазола и 2.4% тебуконазола.

Лабораторные исследования проводили в лаборатории защиты растений СибНИИЗиХ СФН-ЦА РАН. Использовали естественно зараженные семена сорта Омская 36, варианты с фунгицидными композициями включали: 1 – препарат 1, норма расхода 0.25 л/т семян; 2 – препарат 2, норма расхода 0.17 л/т семян; 3 – препарат 3, норма расхода 1.04 л/т семян.

Препарат 1 – масляная эмульсия в виде маслянистой жидкости светло-коричневого цвета, препарат 2 – масляная эмульсия желтоватого цвета, препарат 3 – суспензионный концентрат в виде светло-коричневой текучей суспензии.

В опыте изучали влияние препаративных форм фунгицидов на энергию прорастания и всхожесть семян по методике проращивания семян в растильнях [17]; развитие семенных инфекций – по [18], показатели силы роста надземных органов и зародышевых корней – по методике рулонов [19]. Навески по 25 г семян обрабатывали 0.25 мл рабочими растворами с экспозицией 1 ч при температуре 21–22°C в отсутствие света и закладывали на проращивание [20]. Статистическую обработку результатов исследования проводили по методике [21] и в программах Снедекор [22], Excel.

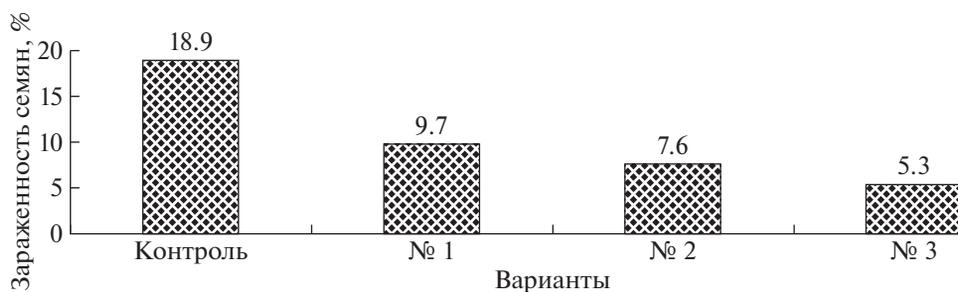


Рис. 1. Влияние обработки семян препаратами на зараженность семян пшеницы микозами ($\sigma = 4.3$).

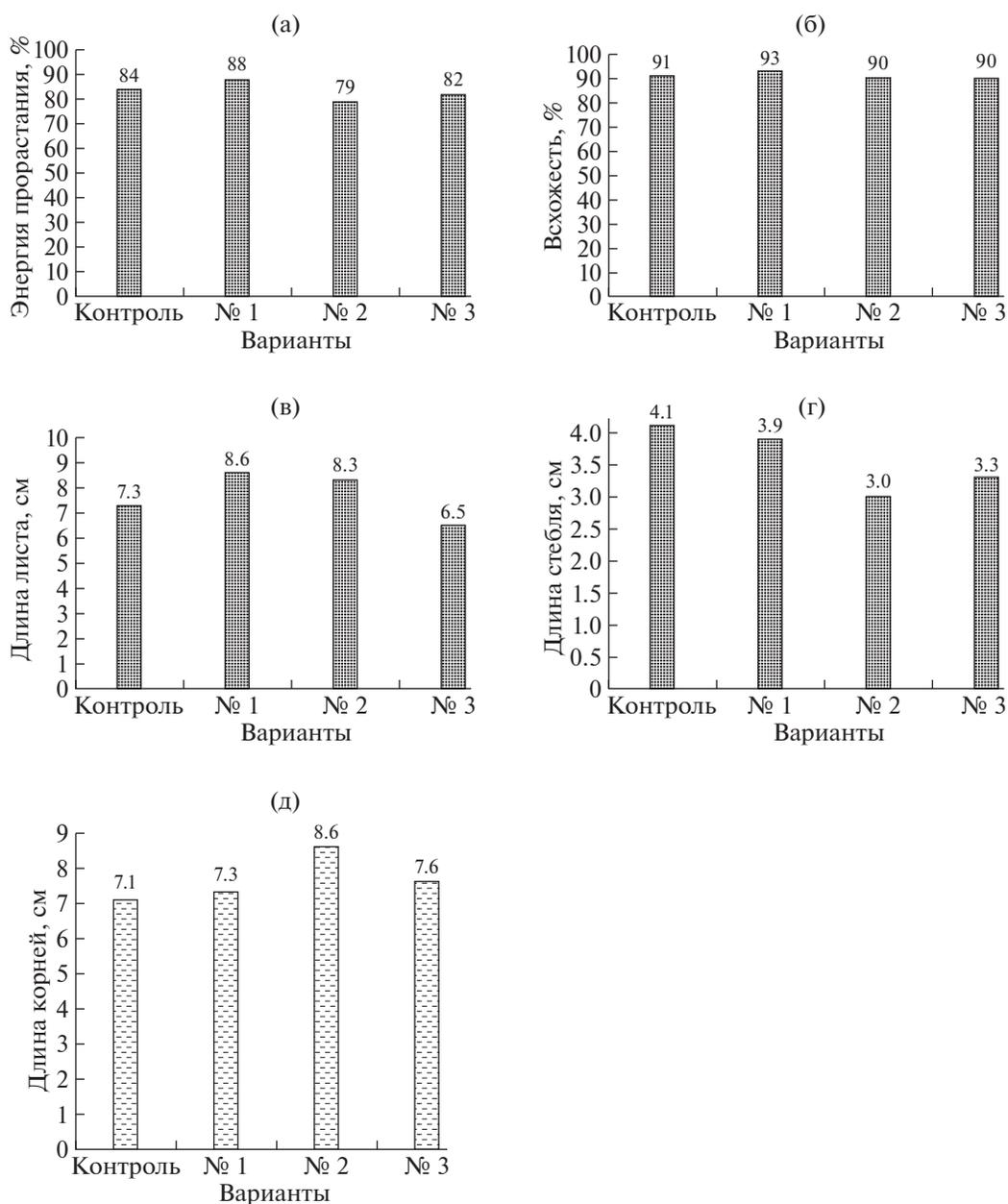


Рис. 2. Влияние обработок семян яровой пшеницы эмульсиями и суспензиями фунгицидов: (а) – на энергию прорастания семян ($\sigma = 3.8$), (б) – всхожесть семян ($\sigma = 1.4$), (в) – на длину листа ($\sigma = 0.9$), (г) – длину стебля ($\sigma = 0.5$), (д) – длину корня ($\sigma = 1.3$).

Таблица 1. Влияние препаратов на количественную изменчивость морфологических показателей растений яровой пшеницы, см/растение

Препарат	Статистический показатель					
	средняя длина \pm доверительный интервал ($x \pm tS_x$), см	среднее квадратическое отклонение (S), %	коэффициент вариации (V), %	относительная ошибка выборки (S_x), %	интервал величин, см	критерий Стьюдента, $t_{ф095}$ и $t_{теор}$
Длина листа						
Контроль без обработки	7.3 \pm 0.5	3.9	53.4	0.5	0.4–13.2	–
Препарат 1	8.6 \pm 0.4	3.2	36.6	0.4	0.6–13.6	5.15 \geq 1.99
Препарат 2	8.3 \pm 0.3	2.6	30.9	0.3	1.0–11.8	–
Препарат 3	6.5 \pm 0.4	3.3	50.4	0.4	0.1–11.7	–
HCP ₀₅	1.0					
Длина проростка						
Контроль без обработки	11.1 \pm 0.5	4.1	37.1	0.5	1.5–17.1	–
Препарат 1	12.5 \pm 0.4	3.6	29.1	0.4	3.1–18.6	4.70 \geq 1.99
Препарат 2	11.3 \pm 0.3	2.8	24.9	0.3	1.2–15.7	–
Препарат 3	9.8 \pm 0.5	3.9	39.6	0.5	1.5–16.0	–
HCP ₀₅	1.2					
Длина зародышевых корней						
Контроль без обработки	7.1 \pm 0.2	2.2	31.6	0.2	0.8–11.0	–
Препарат 1	7.3 \pm 0.3	4.0	55.1	0.3	0.4–18.3	–
Препарат 2	8.6 \pm 0.3	3.5	40.6	0.3	0.6–17.6	19.7 \geq 1.99
Препарат 3	7.7 \pm 0.4	4.3	56.4	0.4	0.7–17.9	–
HCP ₀₅	0.8					

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной фитоэкспертизы семян яровой пшеницы сорта Омская 36 в контрольном варианте было отмечено развитие микозов – *Penicillium* spp., *Alternaria* spp. (13.2 и 5.6% соответственно), *Fusarium* spp. – 0.1%. Биологическая эффективность препаратов 1 и 2 была меньше на 23 и 12% соответственно в сравнении препаратом 3, который подавил инфекцию на 72% (рис. 1).

При обработке семян препаратами 2 и 3 отмечали ретардантное воздействие на рост 3-суточных проростков относительно препарата 1, проявившийся в снижении энергии прорастания на 9 и 6% соответственно (рис. 2а). При этом отмечали повышение энергии прорастания семян при применении препарата 1 на 4% относительно контроля. При учете всхожести семян указанное негативное воздействие несколько нивелировалось, и

разница с препаратом 1 составила 3%, с контролем – 1% при использовании форм с применением тебуконазола (рис. 2б).

Оценку влияния различных форм препаратов на особенности роста проростков проводили биометрическим анализом надземной и корневой системы. Обработка семян препаратом 1 приводила к росту листовой пластинки на 17.8% относительно контроля и на 32.3% относительно препарата 3 (рис. 2в). Немного меньше была разница при применении препарата 2 – 13.7 и 27.6% соответственно. В то же время при обработке семян препаратом 1 стебель укоротился примерно на 5% относительно контроля, но он был длиннее, чем при применении препаратов 2 и 3: на 23.1 и 15.4% соответственно (рис. 2г). В вариантах опыта было отмечено проявление корнестимуляции (рис. 2д). При этом длина корней была больше при применении препарата 2, который превысил контроль на 21.1%, при обработке семян пре-

Таблица 2. Влияние препаративных форм фунгицидных препаратов на рост растений яровой пшеницы

Вариант	Длина проростка		Длина зародышевых корней		Отношение длины проростка к длине зародышевых корней
	см/растение				
	группа с наибольшей частотой	интервал величин	группа с наибольшей частотой	интервал величин	
Контроль без обработки	1	12.5–15.8	1	8.0–10.1	1.56
Препарат 1	2	10.9–17.3	2	5.6–9.4	1.88
Препарат 2	1	11.5–14.5	1	9.1–16.2	1.03
Препарат 3	3	8.8–14.8	1	5.7–9.3	1.57

паратами 1 и 3 этот показатель увеличился 3 и 7% соответственно.

Оценка разности средних по t -критерию Стьюдента показала, что существенное воздействие на листья и проросток оказывала лишь обработка семян препаратом 1 ($t_{\text{факт}} = 5.15$ при $t_{\text{теор}} = 1.99$ и $t_{\text{факт}} = 4.70$ при $t_{\text{теор}} = 1.99$), при этом снижалось варьирование признака относительно контроля на 16.8 и 8.0% соответственно (табл. 1). На формирование корневой системы достоверное влияние оказало протравливание семян пшеницы препаратом 2 ($t_{\text{факт}} = 19.73$ при $t_{\text{теор}} = 1.99$), при этом варьирование признака было высоким.

Совпадение распределения частот показателей (по 5-ти группам) отмечали в контроле и в варианте опыта, в котором семена обработали препаратом 2, что свидетельствовало о пропорциональном росте надземной и корневой частей проростков, а в варианте с использованием препарата 1 процессы стимуляции роста проходили в 2 раза интенсивнее, что проявлялось в повышении класса интенсивности группы в этом варианте (табл. 2). При применении препарата 3 формировались мощные проростки, а рост корней проходил несбалансированно и менее интенсивно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ свойств изученных фунгицидов позволил выявить особенности воздействия суспензионной и эмульсионных форм фунгицидов на рост и развитие проростков яровой пшеницы.

Показано, что при 19%-ном развитии микозной инфекции на семенах яровой пшеницы сорта Омская 36 суспензия и эмульсия протравителей, содержащие протиоконазол : ТБК подавляли его до 10 и 8% соответственно, эмульсия протиоконазола – до 5%, а биологическая эффективность

изученных форм составила 49, 60 и 72% соответственно.

При применении эмульсионной формы протиоконазол : ТБК происходил более пропорциональный рост надземной и подземной частей проростков пшеницы. Эта форма фунгицида показала низкое ретардантное воздействие на растения в начальные фазы их развития, что позволило сделать вывод о перспективах ее использования для обработки семян яровой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Политыко П.М., Каланчина А.С., Магурова А.М., Парыгина М.Н., Богданов А.Ю.* Влияние технологий возделывания на урожайность новых сортов зерновых культур // *АгроXXI*. 2008. № 7–9. С. 41–43.
2. *Edgington L.V., Martin R.A., Bruin G.C., Parsons I.M.* Systemic fungicides: a perspective after 10 years // *Plant Disease*. 1980. V. 64. № 1. P. 20–23.
3. *Долженко В.И., Котикова Г.Ш., Орехов Д.А.* Современные требования к формированию ассортимента фунгицидов и протравителей // *Агро XXI*. 1999. № 11. С. 3–4.
4. *Тютчев С.Л.* Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. СПб.: ВИЗР, 2002. 328 с.
5. *Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А.* Экологизация защиты растений / Под ред. Захаренко В.А. Пушкино, 1994. 454 с.
6. *Тарасова А.М.* Влияние средств защиты растений и минеральных удобрений на фитопатогенный комплекс грибов ярового ячменя в Верхневолжье // *Вестн. защиты раст.* 2007. № 1. С. 53–66.
7. *Сорокин А.Е.* Технологические приемы повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы в юго-западной части Центрального региона России: дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2003. 167 с.
8. *Абеленцев В.И.* Ассортимент протравителей – спектр фунгицидного действия, биологическая эффективность, проблемы, выбор препарата // *Достиж. науки и техн. АПК*. 2006. № 9. С. 44–48.

9. Петров Д.В., Валитов Р.Р., Сапожников Ю.Е., Семенова Г.Е., Головина И.Г., Смолянец Р.И., Валитов Р.Б. Синтез и поверхностно-активные свойства алкилбензолсульфонат тебуконазола // Башкир. хим. журн. 2012. Т. 19. № 2. С. 21–24.
10. Каракотов С.Д. Преимущества и экономическая выгода CVS/C // Международ. сел.-хоз. журн. 2015. № 1. С. 9–13.
11. Korsukova A.V., Borovik O.A., Grabelnykh O.I., Voinikov V.K. The Tebuconazole-based protectant of seeds “Bunker” induces the synthesis of dehydrins during cold hardening and increases the frost resistance of wheat seed lings // J. Stress Physiol. Biochem. 2015. V. 11. № 4. P. 118–127.
12. Korsukova A.V., Gornostai T.G., Grabeinykh O.I., Dorofeev N.V., Pobezhimova T.P., Sokolova N.A., Dudareva L.V., Voinikov V.K. Tebuconazole regulates fatty acid composition of etiolated winter wheat seed lings // J. Stress Physiol. Biochem. 2016. V. 12. № 2. P. 72–79.
13. Абеленцев В.И. Факторы, снижающие эффективность обеззараживания семян // Защита и карантин растений. 2007. № 3. С. 28–29.
14. Власенко Н.Г., Бурлакова С.В., Федоровский О.Ю., Чкаников Н.Д., Халиков С.С. Комплексный фунгицид на основе фениламинов и азолов для защиты семенного материала яровой пшеницы // Агрохимия. 2018. № 10. С. 40–45.
15. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., 2014. 692 с.
16. Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Шайхиев И.Г. Исследование и сравнительный анализ действующих веществ современных протравителей зерновых культур // Вестн. технол. ун-та. 2005. Т. 18. № 9. С. 32–36.
17. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Сб. ГОСТов. М.: Изд-во стандартов, 2004. 47 с.
18. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ, 2011. 55 с.
19. Торопова Е.Ю., Кириченко А.А. Фитосанитарный экологический мониторинг. Методические указания к лаб.-практ. занятиям и контрольной работе. Новосибирск: НГАУ, 2012. 38 с.
20. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М.: Изд-во стандартов, 1990. 4 с.
21. Кошникович В.И. Методика обработки результатов исследований и учетов вредных видов: учеб. пособ. Новосибирск: НГАУ, 1991. 56 с.
22. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

Evaluation of the Effect of Formulations of Protectants Seeds Based on Triazoles on Physiological Features of Spring Wheat Assets

S. V. Burlakova^a, N. G. Vlasenko^{a,#}, and S. S. Khalikov^{b,##}

^a Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture SFSCA RAS
r.p. Krasnoobsk, Krasnoobsk district, Novosibirsk region 630501, Russia

^b Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds RAS
ul. Vavilova 28, Moscow 119991, Russia

[#]E-mail: vlas_nata55@mail.ru

^{##}E-mail: salavathalikov@mail.ru

Oil emulsion and suspension concentrate disinfectants on the basis of pro-thioconazole and tebuconazole for comprehensive protection of seed from bo-illnesses resulting in conditions of laboratory experiment showed that an oil emulsion treater-based prothioconazole and tebuconazole effectively stimulate-shaft formation and suppressed the seed of disease, and the process of germination, the survival rate of seeds and growth stimulation of sprouts – emulsion form with pro-tioconazole. The study of the effects of preparative forms showed the persistence of the use of oil emulsion of two-component fungicide.

Key words: preparative form, seed protectants, triazoles, spring wheat, seed infection, mycoses, leaf length, root length.