

УДК 632.952:633.1

ФУНГИЦИДНЫЙ ПРОТРАВИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ АЗОЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

© 2019 г. Н. Г. Власенко^{1,*}, С. В. Бурлакова¹, Н. Д. Чкаников², С. С. Халиков^{2,**}

¹ Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства РАН
630501 Краснообск, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, а/я 463, Россия

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

*E-mail: vlas_nata@ngs.ru

**E-mail: salavathalikov@mail.ru

Поступила в редакцию 14.06.2018 г.

После доработки 27.06.2018 г.

Принята к публикации 12.11.2018 г.

Приготовлены комбинированные препараты на основе фунгицидов и регуляторов роста растений с использованием технологии механохимического суспендирования. Проведен лабораторный эксперимент с перспективными препаративными формами многокомпонентных суспензий и суспензий мульсий. Результаты испытаний показали синергизм биологических свойств, проявляющихся в ускорении роста растений и длины их корневой системы, снижения развития семенных болезней и перспективность использования приема предпосевной обработки семян с использованием флороксана и крезацина в композициях инновационных фунгицидов.

Ключевые слова: фунгицидный протравитель, азолы флороксан и крезацин, обработка семян, зерновые культуры.

DOI: 10.1134/S0002188119020145

ВВЕДЕНИЕ

В современных технологиях выращивания зерновых культур и их защите от почвенной и семенной инфекций эффективным приемом является предпосевная обработка семян химическими и биологическими препаратами и их различными сочетаниями [1]. Развитие фузариозной и гельминтоспориозной инфекций приводит к снижению урожайности пшеницы на 20% и более, при заражении зерна теряется его качество: содержание белка уменьшается на 4,5–10%, клейковины – на 8–10% [2]. В связи с этим актуально использование инновационных фунгицидных композиций, особенностями которых является ростстимулирующее воздействие на растения и высокая эффективность в отношении семенных инфекций. Они сочетают эти качества благодаря комплексному составу и хорошо подобранной комбинации активных веществ, принадлежащих к разным химическим классам и отличающихся разнонаправленным воздействием. В настоящее время использование модификаций веществ азолового ряда востребовано благодаря их системно-контактному действию. Распространяясь по межклеточному пространству, они ингибируют био-

синтез стерина в мембранах клеток, подавляя размножение грибов и уничтожая конидии и споры грибов-паразитов в начальной фазе их развития, а также споры, находящиеся на поверхности семян [3].

Высокая проницаемость действующих веществ (ДВ) обеспечивается добавлением в препаративные формы фунгицидов поверхностно-активных веществ, а комбинации с адаптогенами широкого спектра действия способствуют снятию пестицидной нагрузки на растения и почву и проявлению иммунозащитного эффекта. Использование инновационных композиций фунгицидов приводит к снижению инфекционной нагрузки со стороны возбудителей корневых гнилей (*Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem., *Fusarium* spp.), плесневых грибов (*Alternaria* spp. и *Penicillium* spp.) на 67–76%, увеличению энергии прорастания и всхожести семян на 3–6%, урожайности – на 10,4–33,7% [4].

Создание новых форм препаратов, разработка способов их применения, улучшение их свойств, влияющих на качество зерна, выяснение их влияния в адаптационных реакциях на продуктивность культуры в зонах неустойчивого земледелия

лия является актуальной задачей [5, 6]. В связи с этим был выбран спектр фунгицидов, широко используемых в применяемых на практике препаратах, и поставлена задача приготовления препаративных форм фунгицидов в комбинации с регуляторами роста растений (*PPP*).

При разработке рецептур препаратов особое внимание уделяли основным показателям физико-химических свойств ДВ исходных фунгицидов и *PPP*. В наших работах для улучшения растворимости плохо растворимых ДВ использовали технологию их твердофазной механохимической модификации с водорастворимыми полимерами [7]. Учитывая низкоплавкость выбранных ДВ фунгицидов, этот вариант исключили и использовали технологию механохимического суспендирования в жидкой среде, позволяющую снижать локальные температурные изменения [8].

С учетом выше указанных особенностей исходных компонентов цель работы – изучение, оптимизация состава и получение препаративных форм выбранных фунгицидов и *PPP* в виде суспензионного концентрата (*СК*) и суспензии (*СЭ*). Оптимальные многокомпонентные препараты были переданы на биологические испытания.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Прохлораз – [N-пропил-N-[2-(2,4,6-трихлорфенокси)этил]имидазол-1-карбоксамид] – контактный и системный фунгицид класса имидазолов с защитным и искореняющим действием. Используется против широкого диапазона заболеваний, например, обработка им сдерживает фузариоз колоса на 50% после появления признаков болезни. При 2-кратной обработке его применение эффективно против аскохитоза и серой гнили [3]. Этот препарат проникает во все части растения и сохраняет активность до 4 нед [9]. Представляет собой золотисто-коричневую жидкость, затвердевающую при охлаждении и образующую комплексы с ионами ряда металлов [3]. При pH 5.0–7.0 (22°C) не разлагается в течение 30 сут [10]. В дозе 12 мг/кг значительно ингибирует процессы аммонификации в почве, относится к 3-му классу опасности [3, 11].

Имазалил – [(±)-1-(β-аллилокси-2,4-дихлорфенилэтил) имидазол] – системный фунгицид класса имидазолов. Стабилен к гидролизу в щелочах и разбавленных кислотах в отсутствие света, умеренно опасный [3, 12]. Вещество ингибирует биосинтез стерина в мембранах клеток фитопатогенов, подавляя деметилирование в положениях 14 ланостерина или 24 – метилendigидроланостерина. Имеются данные, что при его применении происходит разрушение мембран грибов [3].

Тебуконазол – [(RS)-1p-хлорфенил-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил) пентан-3-ил] – системный фунгицид, используемый для обработки семян зерновых культур. Относится к триазиолам 3-го поколения, проявляет системное действие, эффективен в борьбе с фитопатогенами, передающимися с семенами. Хорошо растворяется в органических растворителях, плохо – в воде. Не гидролизует при pH от 4.0 до 9.0, умеренно опасный [10, 13].

Регуляторы роста флороксан и крезацин ранее описаны и использованы при разработке многокомпонентных препаратов [14, 15].

Для приготовления препаративных форм протравителей с включением в их состав вышеуказанных фунгицидов и *PPP* использовали общепринятые растворители и вспомогательные вещества (стабилизаторы суспензий и эмульсий, ПАВы, полимеры и пр.) [8, 14].

В результате получили многокомпонентные протравители с включенными в их состав выше описанными фунгицидами и *PPP* и провели лабораторную оценку их фунгицидного и ростостимулирующего воздействия при проращивании семян. При проведении лабораторного опыта использовали естественно зараженные семена мягкой яровой пшеницы сорта Омская 36 и испытывали действие фунгицидных композиций для протравливания семян: композиция 1 – суспензия на основе прохлораза, имазадила, ТБК и флороксана, представляет собой маслянистую суспензию коричневого цвета; композиция 2 – суспензия на основе прохлораза, имазадила, ТБК и крезацина, представляет собой маслянистую суспензию зеленовато-серого цвета; композиция 3 – суспензионный концентрат на основе прохлораза, имазадила и ТБК (без *PPP*), представляет собой желтовато-серую густую стабильную суспензию.

В опыте оценивали влияние препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы при помощи метода проращивания в “растельнях” в 4-кратной повторности [16], на развитие семенных болезней [17] и на показатели силы роста – длину стебля, семядольного листа и длину корней – метода “рулонов” в 3-кратной повторности [18]. Навески по 25 г семян обрабатывали 0.25 мл рабочей суспензии препаратов, проводили экспозицию обработанного семенного материала в чашках Петри в течение 1 ч при температуре 21–22°C в отсутствие света и закладывали его на проращивание. Рабочую суспензию готовили из расчета 1.4 л препарата/т семян и 10 л воды/т семян.

Статистическую обработку результатов исследования провели по методике [19] с использова-

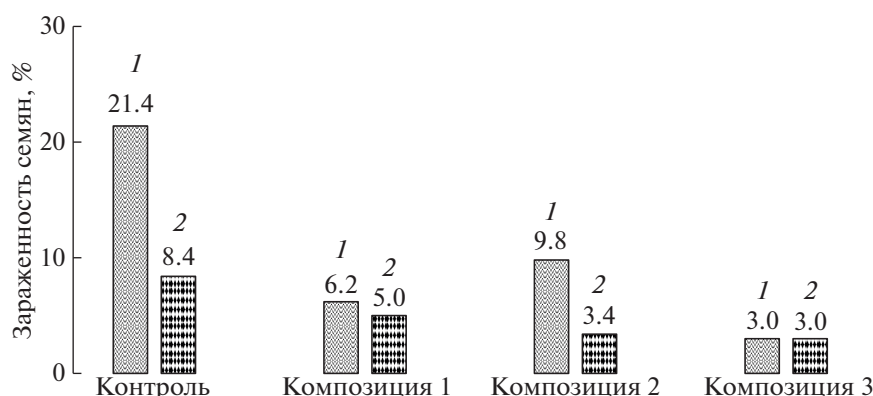


Рис. 1. Влияние композиций на зараженность семян яровой пшеницы: 1 – грибной и 2 – бактериальной инфекциями.

нием пакета прикладных программ Снедекор [20] и Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной в опыте фитозекспертизы семян в контрольном варианте отметили развитие микозов – *B. sorokiniana*, и *Alternaria* spp. (0.4, 21% соответственно), бактериозов – *Pseudomonas* spp. (8.4%). Уровень зараженности семян альтернариозом был больше пороговой величины в 2.1 раза. Биологическая эффективность композиций протравителя с флороксаном и крезацином (композиции 1 и 2) против грибной инфекции составила 71 и 54% соответственно, при использовании суспензии без ростовых веществ эффективность была больше на 86%, бактериозы подавлялись на 40 и 60 и 64% соответственно (рис. 1).

Анализ биометрических показателей проростков пшеницы показал, что обработка семян композициями 1 и 2 приводила к увеличению энергии прорастания относительно контроля на 1 и 3%, при использовании фунгицида без ростовых веществ – на 1%. Лабораторная всхожесть семян

при применении композиций 1 и 2 увеличилась на 1% относительно контроля и была больше на 3% в сравнении с композицией 3 без ростовых веществ (рис. 2а, б). При использовании композиций 1 и 2 отметили рост листового аппарата на 10–11% относительно контроля. Некоторое увеличение длины стебля (на 3%) относительно контроля наблюдали в варианте с композицией 1, в варианте с композицией 2 длина стебля была меньше на 7%, а при использовании композиции 3 – на 28% относительно контроля (рис. 2г). Существенное увеличение длины проростка проявилось только при использовании композиции 2 с крезацином – на 9.5% относительно контроля (рис. 2д). В опыте наблюдали мощную стимуляцию корнеобразования при применении препаратов с ростовыми веществами: рост корневой системы увеличился на 22 и 23% в вариантах с композициями 1 и 2 относительно контроля и был больше в сравнении с композицией 3 на 10% (рис. 2е).

Оценка разности средних по критерию Стьюдента (*t*-критерию) показала существенность различий показателя длины корней в вариантах в сравнении с контролем, как при использовании

Таблица 1. Количественная изменчивость длины зародышевого корня растений яровой пшеницы

Вариант	Статистический показатель						
	$x \pm tS_x$, см	S , см	V , %	S_x , %	Интервал величин, см	R , см	$t_{ф05}$ и $t_{теор}$
Длина зародышевого корня							
Контроль	6.8 ± 1.5	2.5	36	0.23	0.4–13.2	12.8	–
Композиция 1	8.8 ± 1.6	2.5	28	0.18	1.5–16	14.5	$7.2 > 2$
Композиция 2	8.7 ± 2.5	2.8	31	0.21	1.3–16.5	15.2	$6.2 > 2$
Композиция 3	8.0 ± 2.4	3.2	36	0.26	1.6–16.9	15.3	$6.1 > 2$

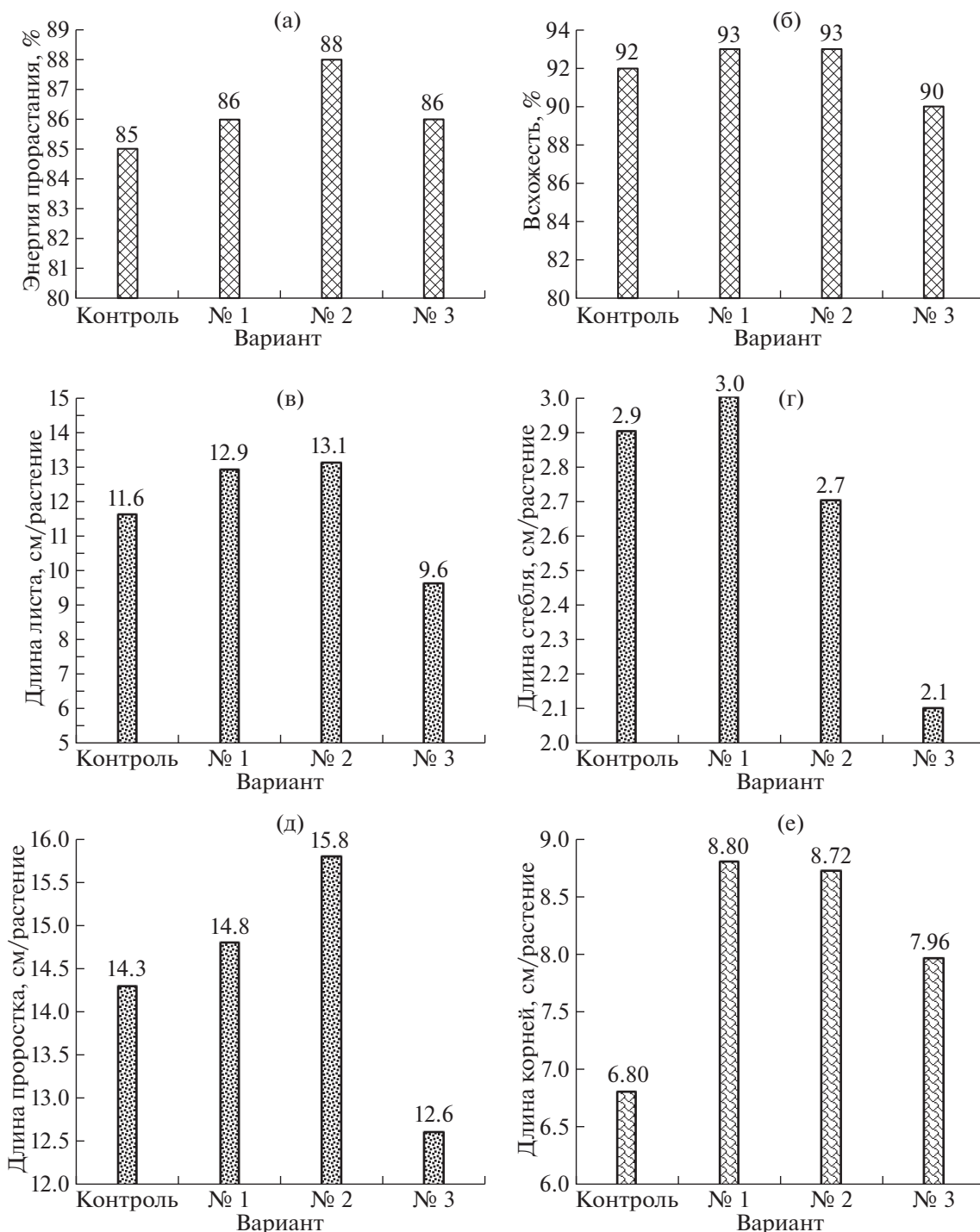


Рис. 2. Влияние обработок семян яровой пшеницы опытными композициями на № 1, 2, 3: (а) – энергию прорастания семян, (б) – лабораторную всхожесть семян, (в) – длину листа, (г) – длину стебля, (д) – длину проростка, (е) – длину корневой системы.

композиции 3 ($t_{\text{факт}} = 6.1$ при $t_{\text{теор}} = 2$), так и протравителя с флороксаном ($t_{\text{факт}} = 7.2$ при $t_{\text{теор}} = 2$) и с крезацином ($t_{\text{факт}} = 6.2$ при $t_{\text{теор}} = 2$) (табл. 1). При этом наименьшее варьирование данного показателя было при обработке семян протравителем с флороксаном (композиция 1), а наиболь-

шее – при применении протравителя без добавления ростовых веществ (композиция 3).

Анализ сгруппированного распределения частот (в 5-ти группах) показал, что обработка семян композицией 1 (с флороксаном) оказывала наиболее сбалансированное влияние на рост про-

Таблица 2. Влияние опытных композиций на рост проростков яровой пшеницы

Вариант	Длина проростка, см (А)		Длина зародышевого корня, см (В)		А/В
	группа с наибольшей частотой	интервал величин	группа с наибольшей частотой	интервал величин	
Контроль	2	10.5–12.4	1	7.2–9.4	1.38
Композиция 1	1	17.3–18.1	1	12.1–14.9	1.31
Композиция 2	1	19.3–21.2	1	9.6–11.3	1.94
Композиция 3	1	13.4–15.2	1	8.6–10.4	1.51

ростков пшеницы и его корней, т.к. в этом варианте выявили наименьшее соотношение этих показателей. Самое большое соотношение длины проростка к длине корней отметили в варианте с протравливанием семян композицией 2 (с крезацином) из-за сильной стимуляции развития проростков пшеницы (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка биологической эффективности обеззараживания семян яровой пшеницы многокомпонентным фунгицидным протравителем с добавлением ростовых веществ (композиции 1 и 2) показала, что они несколько уступали композиции 3, вероятно, из-за снижения количества действующих веществ, входящих в их состав. В то же время суспензии протравителя с биологически активными веществами стимулировали ростовые процессы. Следует отметить, что за счет стимуляции роста корневой системы в полевых условиях ожидается снижение пораженности растений корневой гнилью. Более сбалансированное развитие растений в сочетании с фунгицидной защитой культуры повышает ее стрессустойчивость, что является положительным моментом при выращивании яровой пшеницы в современных технологиях возделывания с целью получения высоких урожаев и зерна высокого качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хадеев Т.Г., Прищепенко Е.А.* Выращивание экологически чистой продукции растениеводства // Вестн. НЦБЖД. 2013. № 4. С. 117–121.
2. *Хадеев Т.Г.* Агроэкологическое обоснование приемов регулирования продуктивности и фитосанитарного состояния посевов пшеницы в лесостепи Поволжья: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Кинель, 2011. 348 с.
3. *Гольшин Н.М.* Фунгициды. М.: Колос, 1993. 319 с.
4. *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.
5. *Буга С.Ф.* Роль протравителей семян // Защита и карантин растений. 2001. № 3. С. 16–17.
6. *Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В.* Регуляторы роста растений с антитрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрехимия. 2005. № 11. С. 76–86.
7. *Халиков С.С., Теплякова О.И., Власенко Н.Г., Халиков М.С., Евсеенко В.И., Душкин А.В.* Применение арабиногалактана для улучшения технологических и биологических свойств протравителей зерновых культур // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. Т. 23. № 5. С. 591–599.
8. *Халиков С.С., Чкаников Н.Д., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П.* Новый препарат для предпосевной обработки семян с комплексной защитой от болезней и остатков гербицидов в почве // Агрехимия. 2016. № 6. С. 39–45.
9. *Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А.* Основы химической защиты растений / Под ред. Попова С.Я. М.: Арт-Лион, 2003. 208 с.
10. Определение остаточных количеств прохлораза в ботве и корнеплодах свеклы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Метод. указ-я. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 15 с.
11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2017 год. М.: Минсельхоз РФ, 2017. 938 с.
12. *Долженко В.И., Цибульская И.А., Карпова Л.М.* Методические указания по определению остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье, продуктах растительного происхождения и в объектах окружающей среды. СПб.: ВНИИЗР РАСХН, 2011. С. 15–23.
13. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сб. метод. указ-й. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 228 с.
14. *Власенко Н.Г., Бурлакова С.В., Халиков С.С., Федоровский О.Ю., Чкаников Н.Д.* Флороксан как потенциальный компонент комплексных протравителей зерновых культур // Агрехимия. № 7. 2017. С. 49–54.
15. *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.
16. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: Изд-во стандартов, 2004. С. 39–47.
17. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ, 2011. 55 с.
18. *Торопова Е.Ю., Кириченко А.А.* Фитосанитарный экологический мониторинг. Метод. указ-я к лабор.-практ. занятиям и контрольной работе. Новосибирск: НГАУ, 2012. 38 с.
19. *Кошникович В.И.* Методика обработки результатов исследований и учетов вредных видов: учеб. пособ. Новосибирск: НГАУ, 1991. 56 с.
20. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: Изд-во ГУП РПО СО РАСХН, 2012. 282 с.

Azole-Based Fungicidal Protectant for the Treatment of Cereal Crop Seeds

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

^a *Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture SFSCA RAS
Rented post-office box 463, Krasnoobsk 630501, Russia*

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

[#]*E-mail: vlas_nata@ngs.ru*

^{##}*E-mail: salavatkhalikov@mail.ru*

The combined preparations on the basis of fungicides and plant growth regulators with the use of mechanochemical suspension technology were prepared. A laboratory experiment was carried out with promising preparative forms of multicomponent suspensions and suspoemulsions. The results of the tests showed the synergism of the biological properties that are manifested in accelerating plant growth and the length of their root mass, reducing seed diseases development, the prospects for using pre-sowing seed treatment with Floroxane and Krezacin in innovative fungicides compositions.

Key words: fungicidal protectant, azoles, seed treatment, cereals.