

Г. К. Земченкова (с.н.с.)¹, Р. Х. Юмадилов (зав. лаб.)¹, Л. М. Мрясова (к.б.н., зам. дир.)¹,
Н. А. Гарифуллина (ст. преп.)², И. К. Каримов (зам. рук.)³

НОВЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ОСНОВЕ ТЕБУКОНАЗОЛА И БАКТЕРИЦИДОВ

¹ ГБУ РБ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан», лаборатория исследования фунгицидных препаратов

450029, г. Уфа, ул. Ульяновых 65; тел. (347)2428352, e-mail: luizaai29@mail.ru

² Уфимский государственный авиационный технический университет, кафедра информатики

450008, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12; тел. (347)2726307, e-mail: tysa@rambler.ru

³ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства УФИЦ РАН

450059, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 19; тел. (347)2230708, e-mail: chismyselek@yandex.ru

G. K. Zemchenkova¹, R. Kh. Yumadilov¹, L. M. Mryasova¹, N. A. Garifullina², I. K. Karimov³

NEW FUNGICIDAL COMPOSITION FOR SEED TREATMENT BASED ON TEBUCONAZOLE AND BACTERICIDES

¹ Research Institute of herbicides and plant growth regulators with experimental production of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

65, Ulyanovkyh Str. 450029 Ufa, Russia; ph. (347)2428352, e-mail: luizaai29@mail.ru

² Ufa State Aviation Technical University

12, Karla Marksa Str., 450008 Ufa, Russia; ph. (347)2726307, e-mail: tysa@rambler.ru

³ Bashkir Research Institute of Agriculture of RAS

19, Zorge Str., 450059 Ufa, Russia; ph. (347)2230708, e-mail: chismyselek@yandex.ru

Разработаны составы двухкомпонентного препарата с контактно-антибактериальным действием на основе тебуконазола и бактерицида. Физико-химические свойства составов соответствуют общепринятым техническим условиям. Был определен спектр биологической активности разработанных композиций, для чего проведены исследования в лабораторных и полевых условиях. Современная рецептура препаративной формы позволяет снижать экологическую нагрузку на окружающую среду и предотвращать резистентность возбудителей болезней.

Ключевые слова: бактериальные заболевания; бактерициды; биологическая активность; зерновые культуры; лабораторные и полевые условия; урожайность; протравители; Раксил; тебуконазол; фунгициды.

The compositions of two-component preparation with contact-antibacterial action on the basis of tebuconazole and bactericide were developed. Physico-chemical properties of the compositions correspond to the generally accepted specifications. The spectrum of biological activity of the developed compositions was determined, for which research was carried out in the laboratory and field conditions. The modern formulation of the preparative form allows to reduce the environmental burden on the environment and prevent resistance of pathogens.

Key words: bactericides; bacterial diseases; biological activity; crops; laboratory and field conditions; yield; tebuconazole; Raxil; protectants; fungicides.

Дата поступления 11.09.19

В последние годы резко возросла распространенность и вредоносность бактериальных болезней зерновых колосовых культур, одной из основных причин их вспышек является массовое применение фунгицидов избирательного действия, которые уничтожают возбудителей грибных заболеваний, но безопасны для бактерий.

Фитопатогенные бактерии активно осваивают освободившееся от грибов пространство, в результате чего возможно снижение урожая.

Одним из методов защиты от возбудителей бактериозов является химическое обеззараживание посевного материала. В борьбе с возбудителями бактериальных заболеваний зерновых культур эффективны некоторые антибиотики и антибактериальные препараты. Известными бактерицидами являются соединения меди, четвертичная аммониевая соль — катамин АБ (смесь алкилдиметилбензиламмоний хлоридов ¹, гуанидиновые основания — роксацин (водный раствор полигексаметиленгуанидин гидрохлорида). Бактерицидные свойства этих соединений позволяют использовать их в составе протравителей семян при положительном биологическом испытании. Эффективной стратегией для подавления возбудителей болезней зерновых культур и снижения потерь урожая является применение протравителей на основе нескольких действующих веществ — фунгицидов в сочетании с бактерицидами ^{2,3}.

Среди химических фунгицидных протравителей широко применяется производное ряда триазолов — тебуконазол ⁴. Для создания протравителя семян на основе тебуконазола с бактерицидными свойствами нами рассматривались известные бактерицидные препараты: метронидазол, П (830 г/кг); CuSO₄, СП (980 г/кг); K₂S₃, ВР (300 г/л); Катамин, П (500 г/л); Роксацин, ВР (200 г/л).

Оптимальные условия реализации биологической активности действующего вещества тебуконазола в сочетании с бактерицидом обеспечивает стабильная препаративная форма с наилучшими эксплуатационными свойствами, для создания которой необходимо было правильно подобрать ее вспомогательные компоненты. Все компоненты в композициях выполняют определенную задачу, обеспечивая стабильность препаратов при хранении в течение двух и более лет, а также их рабочих составов (после разбавления водой) в течение 3-х ч (табл. 1). Композиция обеспечивает равномерность протравливания и удерживаемость пре-

парата на обработанной поверхности, а также стабильность во времени.

Сложным оказался выбор полимера-«прилипателя», обеспечивающего хорошую удерживаемость препарата на семенах после нанесения. При этом полимер-«прилипатель» не должен коагулировать как во время, так и после приготовления препаративной формы, поэтому в состав препаративной формы дополнительно вводили ПАВ.

В качестве «прилипателя» испытывали следующие высокомолекулярные соединения:

- натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ);
- лакрис (марки 95 и 20А);
- поливиниловый спирт;
- казеин;
- полиакриламид;
- полиэтиленгликоль.

Наиболее подходящим, оказался полимер Лакрис марки 20А- сополимер натриевой соли метилметакрилата и метакриловой кислоты.

Стабильность препаративной формы обеспечивалась введением в ее состав поверхностно-активных веществ (неонол АФ 9-12, алкилбензолсульфонат кальция, лигносульфонаты и т.д.).

Для придания сигнальной окраски в препараты добавлен краситель (родамин С, Ж).

Введение в состав антифриза (этиленгликоль, диэтиленгликоль) обеспечивает стабильность формы при хранении препаратов при минусовых температурах (холодные склады).

Компоненты композиций смешивали и подвергали мокрому помолу (в электромагнитном измельчителе или в бисерной мельнице) до достижения дисперсного состава, соответствующего международным стандартам (менее 5 мкм для 85% частиц).

Тест на ускоренное хранение препаратов (СІРАС МТ46) показал, что предложенные составы сохраняют свои свойства после хранения в течение 2-х недель) при температурах (+54) °С и (–15) °С, что соответствует двухгодичному сроку хранения в обычных условиях (неотапливаемые складские помещения) ⁵⁻⁷.

Был определен спектр биологической активности разработанных композиций, для чего проведены исследования в лабораторных и полевых условиях. При проведении испытаний эталоном был принят препарат Раксил, КС (60 г/л), включенный в список разрешенных к применению (действующее вещество — тебуконазол), фоном — разработанный нами ⁸ аналог — ТБК (тебуконазол) к.с., 60 г/л в сочетании с выбранными бактерицидами.

Лабораторные испытания. Материалы и методика исследований

Препараты испытывали против грибов, вызывающих фузариозы и гельминтоспориозы болезни семян и проростков зерновых культур. Определен спектр биологической активности, фитотоксичность и активная доза для применения препарата на зерновых культурах. Энергию прорастания, всхожесть, зараженность семян определяли по ГОСТ 12044-93 ⁵.

Таблица 1
Рецептурный состав фунгицидного препарата для протравливания семян – аналога препарата Раксил, к.с. 60 г/л

№ п/п	Компоненты препарата	% мас.
1	Действующее вещество (фунгицид-тебуконазол)	6.0
2	ПАВ	2.0-8.0
3	Пленкообразователь	0.3-2.0
4	Диспергатор	1.0-4.0
5	Умягчитель воды	0.1-1.0
6	Антифриз	3.0-15.0
7	Стабилизатор (наполнитель)	0.3-5.0
8	Дисперсионная среда (разбавитель-вода)	остальное (до 100%)

Тест-объектом являлся ячмень сорта Челябинский 99, естественно зараженный грибами, вызывающими корневые гнили, черный зародыш (*Fusarium sp.*, *Helminthosporium sp.*, *Alternaria sp.*) и плесневение семян (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*). Для установления бактерицидной актив-

ности смесевых препаратов семена ячменя дополнительно обрабатывались суспензией бактерий родов *Pseudomonas* (базальный бактериоз), *Xanthomonas* (черный бактериоз) ⁹.

Протравливание семян проводили в круглодонных колбах полусухим способом (расход рабочей жидкости составлял 10 л/т) по известной методике за 2-3 дня до проращивания ¹⁰. Обработанные семена проращивали на влажных фильтровальных бумагах в чашках Петри при температуре (+25) °С. Обеззараживающие свойства препаратов, а также их влияние на всхожесть семян определяли через семь дней от начала проращивания. Повторность опытов – четырехкратная.

Биологическая эффективность применения различных препаратов против болезней рассчитывалась по формуле Эббота:

$$БЭ = (P_k - P_o) \cdot 100 / P_k,$$

где БЭ – биологическая эффективность, %;
 P_k – распространенность (развитие) болезни в контроле, %
 P_o – распространенность (развитие) болезни в опыте, %.

В табл. 2 представлены данные лабораторных испытаний бактерицидных препаратов.

Установлены оптимальные дозы для фунгицидных препаратов: метронидазол, П (830 г/кг) – 0.700 кг/т; $CuSO_4$, СП (980 г/кг) – 1.000 кг/т; K_2S_3 , ВР (300 г/л) – 0.600 л/т;.

Таблица 2
Влияние антибактериальных препаратов на всхожесть и пораженность бактериальной инфекцией семян сорта Челябинский 99

№	Варианты опыта	Норма расхода		Всхожесть		Вес 100 проростков		Развитие бактериальной корневой гнили, бактериозов семян	
		по д.в. кг/т	по преп. л/т	%	% к контролю	г	% к контролю	пораженность, %	эффективность, %
1	Контроль (Эталон – Раксил, КС (60 г/л))	0.030	0.500	84.3	-	12.8	-	23.0	-
2	Фон – ТБК, к.с. 60 г/л	0.030	0.500	85.0	101	13.0	102	20.5	11
3	ТБК+метронидазол, П 830 г/кг	0.500	0.602	87.8	104	13.8	108	14.8	36
		0.700	0.843	82.3	98	12.5	98	11.5	50
		0.900	1.084	82.0	97	12.0	94	11.0	52
4	ТБК+ $CuSO_4$, СП (980 г/кг)	0.800	0.816	86.3	102	13.0	102	10.8	53
		1.000	1.020	87.8	104	13.4	105	7.3	68
		1.200	1.224	87.5	104	12.4	97	5.3	77
5	ТБК + K_2S_3 , ВР (300 г/л)	0.200	0.667	87.0	103	13.1	102	17.5	24
		0.600	2.000	89.5	106	13.0	102	12.0	48
		0.800	2.667	89.0	106	13.5	105	12.8	44
6	ТБК+ Катамин, П (500 г/л)	0.03	0.060	86.0	102	13.9	109	12.5	46
		0.05	0.100	88.5	105	13.4	105	8.0	65
		0.07	0.140	86.0	102	11.9	93	6.0	74
7	ТБК+ Роксацин, ВР (200 г/л)	0.08	4.000	86.0	102	13.3	104	14.5	37
		0.100	0.500	87.3	104	13.8	108	7.0	70
		1.200	6.000	87.5	104	12.5	98	6.5	72

Катамин, П (500 г/л) – 0.050 л/т; Роксацин, ВР (200 г/л) – 0.100 л/т по д.в. В этих дозах препараты положительно влияют на лабораторную всхожесть семян и развитие всходов ячменя. Против бактериозов наиболее эффективными оказались препараты: CuSO_4 , СП (980 г/кг) – 68%; Катамин, П (500 г/л) – 74%; Роксацин, ВР (200 г/л) – 70%.

Полевые испытания. Материалы и методика исследований

Полевые испытания проводили в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан в опытном поле ГБУ РБ «НИТИГ АН РБ». Испытывали воздействие протравителей семян на корневые гнили ячменя смешанного бактериально-грибного происхождения. Посев осуществляли семенами элиты, сорт Челябинс-

кий 99 в оптимальные сроки. Нормы высева семян ячменя – 5.4 млн шт на 1 га. Повторность – четырехкратная, размещение делянок – рендомизированное.

Наблюдения за развитием болезней производили по методикам и шкалам в соответствии с методическими указаниями ¹⁰.

Корневые гнили учитывали в фазах 3-х листьев; кушения, молочной спелости и полной спелости перед уборкой ⁹.

Урожай учитывали по методике Госсортсе-ти ¹⁰, путем поделяночного обмолота и пересчета на 14%-ную влажность и 100 %-ную чистоту. Статистическая обработка результатов лабораторных и полевых экспериментов была осуществлена по формулам, описанным Б.А. Доспеховым ¹⁰, с использованием программ персонального компьютера в Microsoft Office Excell. Результаты исследований приведены в табл. 3, 4.

Таблица 3

Влияние протравителей на полевую всхожесть семян и пораженность бактериальной корневой гнилью проростков ячменя сорта Челябинский 99 (опытное поле Уфимский район, п. Максимовка, 2016 г.)

№	Варианты опыта	Норма расхода		Полевая всхо- жесть		Развитие бактериальной корневой гнили по фазам, %			
		по д.в. кг/т	по пре- парату, л/т	%	+/- к кон- тролю	Кушение		Полная спелость	
						Развитие болезни, %	Биолог. эффектив- ность, %	Развитие болезни, %	Биолог. эффектив- ность, %
1	Контроль (Эталон-Раксил, КС (60 г/л))	0.030	0.500	69.3	-	11.6	-	45.8	-
2	Фон-ТБК, к.с. 60 г/л	0.030	0.500	69.6	+0.9	9.6	17.2	45.3	-
3	ТБК+ CuSO_4 , СП (980 г/кг)	1.000	1.020	68.5	-0.8	6.4	45.0	46.0	-
4	ТБК+ K_2S_3 , ВР (300 г/л)	0.600	2.000	70.3	+1.0	8.0	31.0	38.1	17
5	ТБК + Катамин, П (500 г/л)	0.050	0.100	68.1	-1.3	5.6	52.0	46.3	-
6	ТБК + Роксацин, ВР (200 г/л)	1.000	5.000	70.8	+1.5	4.1	65.0	40.4	12

Таблица 4

Влияние протравителей на урожайность ячменя сорта Челябинский 99 (опытное поле Уфимский район, п. Максимовка, 2016 г.)

№	Варианты опыта	Норма расхода		Повторности					Отклонение от контроля	
		по д.в. л/т, кг/т	по препарату, л/т, кг/т	I пов	II пов	III пов	V пов	среднее	ц/га	%, +/- к контролю
1	Эталон-Раксил, КС (60 г/л))	0.030	0.500	15.4	15.6	15.7	16.0	15.7	-	-
2	Фон-ТБК, к.с. 60 г/л	0.030	0.500	15.7	15.6	15.8	16.1	15.8	+0.1	+0.6
3	ТБК+ CuSO_4 , СП (980 г/кг)	1.000	1.020	17.8	17.2	17.8	18.0	17.7	+2.0	+13
4	ТБК+ K_2S_3 , ВР (300 г/л)	0.600	2.000	15.8	15.6	16.1	15.0	15.6	-0.1	-0.6
5	ТБК+ Катамин, П (500 г/л)	0.050	0.100	16.5	17.0	17.2	16.5	16.8	+1.1	+7
6	ТБК+ Роксацин, ВР (200 г/л)	1.000	5.000	16.2	16.4	16.7	16.6	16.5	+0.8	+5

Влияние протравителей на показатели структуры биологического урожая ячменя сорта Челябинский 99 (опытное поле Уфимский район п.Максимовка, 2016 г.)

№	Варианты опыта	Нормы расхода		Количество растений, шт/м ²		Сохранность растений, %	Количество прод. стеблей	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биол. урожайность, ц/га
		по д.в., кг/т	по преп., л/т	всходы	перед уборкой					
1	Эталон-Раксил, КС (60 г/л)	0.030	0.500	378	260	69	416	0.382	43.3	15.9
2	Фон-ТБК, КС (60 г/л)	0.030	0.500	380	262	69	418	0.384	43.6	16.0
3	ТБК+ CuSO ₄ , СП (980 г/кг)	1.000	1.020	372	262	70	419	0.426	44.9	17.8
4	ТБК+ K ₂ S ₃ , ВР (300 г/л)	0.600	2.000	367	255	59	408	0.382	42.7	15.6
5	ТБК+ Катамин, П (500 г/л)	0.050	0.100	365	268	73	419	0.409	44.3	17.1
6	ТБК+ Роксацин, ВР (200 г/л)	1.000	5.000	380	258	68	430	0.388	45.8	16.7

Как видно из табл. 3, препараты с CuSO₄, СП (980 г/кг) и Катамином, П (500 г/л) несколько снижали полевую всхожесть семян по сравнению с контролем. Положительное влияние на всхожесть оказали протравители на основе K₂S₃, ВР (300 г/л) и Роксацином, ВР (200 г/л). Однако отличие между контролем и вариантами опыта оказалось несущественным.

Развитие корневых гнилей в фазу кущения ячменя эффективнее подавляли препараты Роксацин, ВР (200 г/л) и Катамин, П (500 г/л) – 65 и 52 % соответственно. Значительно уступает им протравитель на основе K₂S₃, ВР (300 г/л), его действие против гнилей не превышало 31%.

Учет болезней в фазу полной спелости ячменя показал, что развитие корневых гнилей сдерживали только препараты K₂S₃, ВР (300 г/л) и Роксацин, ВР (200 г/л) – на 17 и 12 % соответственно. Действие двух других протравителей на пораженность корневыми гнилями перед уборкой ячменя не проявилось и показатели интенсивности болезни в этих вариантах были на уровне контроля.

Как видно из табл. 4, средняя урожайность в контроле составила 15.7 ц/га. Наибольшая прибавка была получена в варианте с CuSO₄, СП (980 г/кг) – 2.0 ц/га. Вторым по эффективности был Катамин, П (500 г/л), ко-

торый обеспечил повышение урожайности на 1.1 ц/га. Протравитель на основе Роксацина, ВР (200 г/л) несколько уступал по урожайности Катамину, П (500 г/л), однако прибавка урожая к контролю была существенная. Урожайность в варианте с K₂S₃, ВР (300 г/л) оказалась на уровне контроля.

Результаты анализа структуры урожая представлены в табл. 5.

Таким образом, применение экспериментальных препаратов оказало положительное влияние на величину элементов структуры урожая ячменя. Бактерицидные протравители способствовали формированию большого количества растений и продуктивных стеблей, количества зерен в колосе, за счет лучшей выполненности зерновки возросла масса зерна с одного колоса и масса 1000 зерен.

Таким образом, разработан препарат, обладающий одновременно фунгицидными и бактерицидными свойствами, содержащий фунгицид контактного действия – тебуконазол, и любой из представленных в табл. 2 бактерицидных компонентов.

Прогрессивная рецептура препаративной формы протравителя позволяет одновременно снижать экологическую нагрузку на окружающую среду и предотвращать резистентность возбудителей болезней.

Литература

1. Афиногенов Г.Е., Панарин Е.Ф. Антимикробные полимеры.— СПб.: Гиппократ, 1993.— 211 с.
2. Буга С.Ф. Протравливание семян - прием стратегический // Защита растений.— 1996.— №8.— С.6-7.
3. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда.— М.: Химия, 1977.— 239 с.
4. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений.— М.: Колос, 1978.— 208 с.
5. ГОСТ 12044-93. Семена с.-х. культур. Методы определения зараженности болезнями.— М.: Стандартиформ, 1993.— 199 с.
6. Методические рекомендации по контролю за качеством препаративных форм ХСЗР и исходного сырья для их приготовления.— Черкассы, НИИТЭХИМ, 1984.— 48 с.
7. Лухменев В.П. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков на Южном Урале.— Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2000.— 340 с.
8. Патент РФ № 2701941. Фунгицидное средство / Земченкова Г.К., Чикишева Г.Е., Мрясова Л.М., Гарифуллина Н.А., Байметов Б.З., Мухаметханов Н.Х. // Опубл. 02.10.2019 г.
9. Баталова Т.С., Андреева Е.И., Кумачева Е.М. и др. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур.— М., 1985.— 130 с.
10. Доспехов В.А. Методика полевого опыта.— М.: Агропромиздат, 1985.— 351 с.

References

1. Afinogenov G. E., Panarin E. F. *Antimikrobnnye polimery* [Antimicrobial polymers]. St. Petersburg, Gippokrat Publ., 1993, 211 p.
2. Buga S. F. *Protravlivaniye semyan - priyem strategicheskoy* [Seed etching is a strategic method]. *Zashchita rasteniy* [Plant protection], 1996, no.8, pp.6-7.
3. Melnikov N. N., Volkov A. I., Korotkova, O. A. *Pestitsidy i okruzhayushchaya sreda* [Pesticide and the environment]. Moscow, Khimiya Publ., 1977, 239 p.
4. Geshele E. E. *Osnovy fitopatologicheskoy otsenki v seleksii rasteniy* [Fundamentals of phytopathological evaluation in plant breeding]. Moscow, Kolos Publ., 1978, 208 p.
5. GOST 12044-93 *Semena s.-kh. kul'tur. Metody opredeleniya zarazhennosti boleznyami* [State Standart 12044-93. Seeds of agricultural crops. Methods for the determination of infestation of diseases]. Moscow, Standartinform Publ., 1993, 199 p.
6. *Metodicheskiye rekomendatsii po kontrolyu za kachestvom preparativnykh form KHSZR i iskhodnogo syr'ya dlya ikh prigotovleniya* [Guidelines for quality control of formulations and raw materials for their preparation]. Cherkassy, NIITEKHIM Publ., 1984, 48 p.
7. Lukhmenyov V. P. *Zashchita zernovykh kul'tur ot vreditel'ey, bolezney i sornyakov na Yuzhnom Urals* [Protection of crops from pests, diseases and weeds in the southern Urals]. Orenburg, Publishing center of OGAU, 340 p.
8. Zemchenkova G. K., Chikisheva G. E., Mryasova L. M., Garifullina N. A., Baymetov B. Z., Mukhametkhanov N. H. *Fungitsidnoye sredstvo* [Fungicide]. Patent RF no.2701941, 2019.
9. Batalova T. S., Andreeva E. I., Kumacheva E. M. *Metodicheskiye ukazaniya po gosudarstvennym ispytaniyam fungitsidov, antibiotikov i protraviteley semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodical instructions on the state tests of fungicides, antibiotics and protectants of seeds of agricultural crops]. Moscow, 1985, 130 p.
10. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.