



ВЛИЯНИЕ ФОСФОРИСТОЙ КИСЛОТЫ НА ФУНГИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ КАРБЕНДАЗИМА И ТЕБУКОНАЗОЛА

Чикишева Г.Е.^{*1}, Земченкова Г.К.¹,
Гарифуллина Н.А.²

¹ Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан, Уфа, Россия

² Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия
*E-mail: g.e.chik@yandex.ru

Разработаны фунгицидные композиции для протравливания семян и защиты посевов сельскохозяйственных культур от фитопатогенных грибов. Фунгицидные композиции в качестве действующих веществ содержат метиловый эфир 2-бензимидазолкарбаминовой кислоты (БМК, карбендазим) и фосфористую кислоту в массовом соотношении 3 : (1-1.5) соответственно и тебуконазол с фосфористой кислотой в массовом соотношении 1 : (1-5). Препараты представлены в форме текучей суспензионной пасты. Изучена фунгицидная активность препаратов на проростках пшеницы и проведены полевые испытания. Предлагаемые фунгицидные композиции обладают синергетическим эффектом, что обеспечивает снижение норм расхода действующих веществ, снижение фунгицидной нагрузки на окружающую среду, стимулирование роста растений, повышение урожайности зерновых культур.

Ключевые слова: тебуконазол ♦ карбендазим ♦ фосфористая кислота ♦ препаративная форма ♦ фунгицидная активность ♦ снижение норм расхода ♦ полевые испытания ♦ повышение урожайности

Поступила в редакцию: 26.11.2024

[Цитировать | Cite as](#)

DOI: [10.31163/2618-964X-2024-7-4-212-219](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2024-7-4-212-219)

EDN: GJNHNA

ВВЕДЕНИЕ

Тебуконазол (ТБК) – известный системный фунгицид широкого спектра действия класса триазолов разрешенный для протравливания семян зерновых культур против болезней, используется при нормах расхода 24-30 г/т [Мельников, 1974; Государственный каталог..., 2021].

Карбендазим (метиловый эфир 2-бензимидазолкарбаминовой кислоты, БМК) - один из первых фунгицидов системного действия, который применяют и в настоящее время.

THE EFFECT OF PHOSPHOROUS ACID ON THE FUNGICIDAL ACTIVITY OF CARBENDAZIM AND TEBUCONAZOLE

Chikisheva G.E.^{*1}, Zemchenkova G.K.¹,
Garifullina N.A.²

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

² Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia
*E-mail: g.e.chik@yandex.ru

Fungicidal compositions have been developed for dressing of seeds and protecting crops of cultivated plants from phytopathogenic fungi. Fungicidal compositions as active ingredients contain methyl ester of 2-benzimidazolylcarbamic acid (BMC, carbendazim) and phosphorous acid in a mass ratio of 3 : (1-1.5), respectively, and tebuconazole with phosphorous acid in a mass ratio of 1 : (1-5). The formulation is in the form of a flowable suspension paste. The fungicidal activity of the fungicides on wheat seedlings was studied and field tests were carried out. The proposed fungicidal compositions have a synergistic effect, which reduces the consumption rates of active substances, reduces the fungicidal load on the environment, stimulates plant growth, and increases the yield of grain crops.

Keywords: tebuconazole ♦ carbendazim ♦ phosphorous acid ♦ preparative form ♦ fungicidal activity ♦ reduction of consumption rates ♦ field tests ♦ yield increase

Принято в печать: 05.12.2024



Он эффективен в отношении ряда заболеваний растений и, в первую очередь, в отношении мучнистой росы [Мельников, 1974].

Карбендазим разрешен к применению на территории российской Федерации в виде коцстрата суспензии (КС) 200 г/л и 500 г/л на пшенице, ячмене, озимой ржи, сахарной свекле от корневой и прикорневой гнили, церкоспореллезе, снежной плесени, мучнистой росы, каменной и пыльной головни, бурой ржавчины, на яблонях от парши и мучнистой росы, на картофеле от фузариозной гнили и ризоктониоза [Государственный каталог..., 2021].

Карбендазим может образовывать соли с минеральными кислотами, которые обладают также фунгицидными свойствами [Чикишева и др., 2014].

Фосфористая кислота (H_2PNO_3) обладает фунгицидными свойствами [Логинава, 2016]. Фунгицидный эффект фосфитов сводится к усилению защитных механизмов самого растения, нежели к прямому действию на патоген. После обработки патоген еще может быть найден, но заболевание, как правило, не проявляется. Стабильность фосфитов внутри растения является ключевым фактором их эффективности в борьбе с заболеваниями на протяжении достаточно длительного периода времени. Поэтому для проявления эффективности не требуются частые обработки.

Целью работы являлось создание композиций известных фунгицидов карбендазима и тебуконазола с фосфористой кислотой, обладающих фунгицидной и биостимулирующей активностью и обеспечивающих снижение норм расхода препарата и действующих веществ, снижение фунгицидной нагрузки на окружающую среду.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для получения препаратов и изучения фунгицидной активности были взяты навески БМК, тебуконазола и фосфористой кислоты в различных весовых соотношениях. Из смесевых препаратов были приготовлены препаративные формы в виде текучей пасты. Разработанные фунгицидные композиции [Земченкова и др., 2021а, б] содержали компоненты (мас. %), состав которых отражен в таблице 1.

Препараты были испытаны на фунгицидную активность на проростках пшеницы «Башкирская 26».

Протравливание семян, естественно зараженных возбудителями плесневения семян грибами *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*, *Alternaria spp* и др. и возбудителями корневых гнилей - *Fusarium spp*, *Helminthosporium spp*, *Bipolaris spp*, проводили следующим образом: в круглодонную колбу объемом 100 мл помещали 10 грамм зерен пшеницы, вносили расчетную на данное количество зерна дозу фунгицидной композиции, исходя из нормы расхода, и добавляли 0,1 мл воды. Колбу с семенами встряхивали в течение 2-3 минут до полного распределения препарата на поверхности семян. Семена выдерживали три дня до проращивания, раскладывали в чашки Петри на смоченную (6-7 мл воды) фильтровальную бумагу и инкубировали в термостате при температуре 24°C. Повторность опытов трехкратная.

Таблица 1. Композиционный состав используемых препаративных форм

Составляющие фунгицидных композиций	Количество компонентов, мас. %	
	БМК	ТБК
Действующее вещество (д.в.)	30.0	6.0
Фосфористая кислота	10.0-15.0	6.0-30.0
Поверхностно-активное вещество (неонол АФ ₉₋₁₀ , или неонол АФ ₉₋₁₂ , или АБСК)	6.0	6.0
Наполнитель (аэросил)	0.5	3.0
Диспергатор – КССБ (концентрат сульфитно-спиртовой барды) или КПБ (концентрат барды порошкообразной)	1.0	4.0
Этиленгликоль	10.0	15.0
Краситель - родамин Ж или краситель 5С	0.5-2.0	0.5-2.0
Пленкообразователь (по сухому веществу) - Лакрис 20А, 5% водный раствор	0.5	0.5-2.0
Вода	остальное	остальное

Всхожесть семян и пораженность их болезнями определяли через 7 дней от начала проращивания. Фунгицидную активность определяли по известной формуле Эббота [Методические рекомендации..., 1990]:

$$\mathcal{E} = (K-O)/K-100, \text{ где}$$

\mathcal{E} – биологическая эффективность фунгицидного состава;

O – пораженность семян в опыте;

K – пораженность семян в контроле.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фосфористая кислота в виде 30% текучей пасты была испытана на фунгицидную и биостимулирующую активность на семидневных проростках пшеницы. Результаты испытаний представлены в таблице 2 и 3.

Из приведенных данных следует, что при расходной норме фосфористой кислоты 1000.0 г на 1т семян идет замедление роста корней и проростков. Полученные данные позволили рекомендовать для дальнейших испытаний $H_2(РНО_3)$ в дозах 200–500 г/т.

В таблице 4 представлены данные оценки фунгицидной активности смесевых композиций БМК и фосфористой кислоты на семидневных проростках пшеницы.

В опытах 1–3 в 30% препаративной суспензии БМК содержится 10% фосфористой кислоты, а в опытах 4–6 – 15%.

Из приведенных данных следует, что наилучшие результаты проявил образец №4.

В таблице 5 представлены результаты испытаний смесевых композиций ТБК и фосфористой кислоты на семидневных проростках пшеницы в трех вариантах с различной нормой расхода.

Таблица 2. Фунгицидная активность Н₂(РН₂О₃)

Препарат	Норма расхода препарата, г/г	Лабораторная всхожесть семян, %	Пораженность корневыми гнилями, %	Эффективность, %	Пораженность прочими грибами, %	Эффективность, %
Контроль	-	96.0	25.0	-	6 (<i>Penicillium spp</i>)	-
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	100.0	96.0	23.0	8.0	4 (<i>Penicillium spp</i>)	33.3
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	200.0	97.0	18.0	28.0	2 (<i>Penicillium spp</i>)	66.6
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	500.0	98.0	14.0	44.0	0	100.0
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	1000.0	98.0	3.0	88.0	0	100.0

Таблица 3. Биостимулирующая активность Н₂(РН₂О₃)

Препарат	Норма расхода препарата, г/г	Средняя длина корня, мм	Биостимулирующая активность на длину корней, %	Средняя длина проростка, %	Биостимулирующая активность на длину проростка, %	Вес 100 проростков, г	Биостимулирующая активность на вес проростка, %
Контроль	-	50.0	-	59.7	-	6.13	-
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	100.0	51.5	3.0	62.8	5.2	6.92	12.9
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	200.0	75.4	50.8	90.2	51.1	8.48	38.3
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	500.0	72.2	44.4	95.2	59.5	10.7	74.5
Н ₂ (РН ₂ О ₃)	1000.0	32.9	-32,2	44.6	-25.3	5.46	-10.9
			ингибирование		ингибирование		ингибирование

Таблица 4. Фунгицидная активность на проростках пшеницы сорта Башкирская 26

Препарат	Норма расхода препарата, кг/т	Содержание БМК в д.в., кг/т	Содержание H_2PNO_3 в д.в., кг/т	Всхожесть, %	Корневые гнили		Плесневые грибы		Вес 100 проростков, г
					пораженность, %	эффективность, %	пораженность, %	эффективность, %	
Контроль без обработки	-	-	-	94.0	36	0.0	3.0	-	11.0
Кардинал-эталон, КС 500г/л	1.5	0.75	-	96.0	23	36.1	1.0	100	11.5
	1.4 (№ 1)	0.42	0.140	97.0	15	58.3	0.0	100	11.8
БМК + $H_2(PNO_3)$	1.3 (№ 2)	0.39	0.30	96.0	20	44.4	0.0	100	11.5
	1.2 (№ 3)	0.36	0.120	96.0	23	36.1	1.0	66.6	11.3
	1.4 (№ 4)	0.42	0.210	97.0	12	66.8	0.0	100	12.1
	1.3 (№ 5)	0.39	0.195	97.0	18	50.0	0.0	100	11.8
	1.2 (№ 6)	0.36	0.180	96.0	22	39.1	1.0	66.7	11.5

Таблица 5. Фунгицидная активность препаратов ТБК на проростках пшеницы сорта Башкирская 26

Препарат (№ варианта)	Норма расхода препарата, кг/т	Содержание ТБК в д.в., кг/т	Содержание Н ₂ (РНО ₃) в д.в., кг/т	Всхожесть, %	Корневые гнили		Плесневые грибы		Вес 100 проростков, г
					пораженность, %	эффективность, %	пораженность, %	эффективность, %	
Контроль	-	-	-	91.0	39.8	0.0	15.0	-	10.1
ТБК эталон, 60 г/л	0.5	0.030	-	94.0	6.5	83.7	1.0	93.3	11.0
1	0.5	0.030	0.050	95.0	3.2	92.0	0.0	100.0	11.8
	0.4	0.024	0.040	95.0	4.0	89.9	0.0	100.0	11.9
	0.3	0.018	0.030	94.0	5.0	87.4	1.0	93.3	11.7
2	0.5	0.030	0.100	97.0	3.0	92.5	0.0	100.0	12.0
	0.4	0.024	0.080	95.0	4.5	88.7	0.0	100.0	12.1
	0.3	0.018	0.060	95.0	5.0	87.4	0.0	100.0	11.8
3	0.5	0.030	0.150	97.0	0.0	100.0	0.0	100.0	12.4
	0.4	0.024	0.120	96.0	0.0	100.0	0.0	100.0	12.5
	0.3	0.018	0.090	97.0	2.0	95.0	0.0	100.0	12.2

Таблица 6. Эффективность фунгицидной композиции БМК с H₂РНО₃ в полевых испытаниях на яровой пшенице сорта Башкирская 26

Вариант опыта	Норма расхода препарата, кг/г	Полевая всхожесть, %	Корневые гнили						Урожайность	
			Всходы-кущение		Молочно-восковая спелость		ц/га	%		
			пораженность, %	эффективность, %	пораженность, %	эффективность, %				
Контроль	-	80.2	38.9	-	40.8	-	14.2	-	-	
БМК-эталон, 30%, т.п.	1.7	83.6	18.1	53.5	30.8	24.5	15.4	108.5		
БМК+ H ₂ РНО ₃	№ 1	1.4	88.4	15.7	59.6	24.6	39.7	16.7	117.6	
	№ 2	1.3	86.4	17.9	57.8	28.2	30.9	16.1	113.4	
	№ 3	1.2	84.0	21.0	46.0	35.4	13.2	15.2	107.0	
	№ 4	1.4	91.0	14.9	61.7	21.8	46.6	16.9	119.0	
	№ 5	1.3	88.9	17.5	55.0	26.7	34.6	16.3	114.8	
	№ 6	1.2	85.3	20.8	46.5	35.0	14.2	15.4	108.5	

Таблица 7. Эффективность фунгицидной композиции ТБК с H₂РНО₃ в полевых испытаниях на яровой пшенице сорта Башкирская 26

Вариант опыта	Норма расхода препарата, кг/г	Полевая всхожесть, %	Корневые гнили						Урожайность	
			Всходы-кущение		Молочно-восковая спелость		ц/га	% к контролю		
			пораженность, %	эффективность, %	пораженность, %	эффективность, %				
Контроль	-	82.3	34.9	-	47.8	-	15.2	-	-	
ТБК-эталон 60г/л, т.п.	0.5	87.6	6.7	80.8	12.7	73.4	16.4	107.9		
Пример 3 ТБК + H ₂ РНО ₃	0.5	89.0	4.9	86.0	10.5	78.0	16.9	111.2		
	0.4	87.9	5.9	83.1	12.8	73.2	16.5	108.6		
	0.3	87.3	6.8	80.5	13.9	70.9	15.9	104.5		

В испытаниях третий смесевой препарат продемонстрировал лучший результат.

Использование фосфористой кислоты в препаративных формах с ТБК обеспечивает снижение нормы расхода действующего вещества.

Все лабораторные варианты препаратов БМК с фосфористой кислотой были испытаны в полевых условиях. Результаты полевых испытаний представлены в таблице 6.

В полевых условиях четвертый образец также продемонстрировал лучший результат.

В таблице 7 представлены полевые испытания четвертого варианта лабораторных испытаний ТБК с фосфористой кислотой.

В полевых условиях образец, содержащий на 20% меньше тебуконазола, показал сравнимую с эталоном фунгицидную активность.

Совместное использование тебуконазола и фосфористой кислоты позволяет уменьшить количество тебуконазола в 1.25 – 1.67 раза при сохранении биологической активности предлагаемого фунгицидного состава, стимулирует рост растений в фазах прорастания и всходов, дает прибавку урожая яровой пшеницы на 0.1-0.5 ц/га.

Также совместное использование карбендазима (БМК) и фосфористой кислоты (H_2PNO_3) при протравливании зерна позволяет уменьшить количество БМК в 1.78-1.92 раза при сохранении биологической активности, предлагаемой фунгицидной композиции. Препарат стимулирует рост развития растений и дает прибавку урожая яровой пшеницы на 1.3-1.5 ц/га.

Использование фосфористой кислоты в препаративных формах фунгицидных препаратов заслуживает внимания, поскольку благодаря снижению нормы расхода д.в. происходит снижение фунгицидной нагрузки на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земченкова Г.К., Мрясова Л.М., Гарифуллина Н.А. Пат. RU 2779169 С1. Фунгицидная композиция // Б.И. 2022а. №25.
2. Земченкова Г.К., Мрясова Л.М., Гарифуллина Н.А., Чикишева Г.Е. Пат. RU 2780679 С1. Фунгицидная композиция. // Б.И. 2022а. №28.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. М.: 2021. 763 с.
4. Логинова И. Успешный менеджмент фосфора // Агроном. 2016. № 3. С. 32-38.
5. Мельников Н.Н. Химия и технология пестицидов. М.: Химия, 1974. 635 с.
6. Методические рекомендации по контролю за качеством препаративных форм ХСЗР и исходного сырья для их приготовления // Черкассы, НИИТЭХИМ, 1990. с. 5.
7. Чикишева Г.Е., Сапожников Ю.В., Мударисова Р.Х., Буслаева Л.И., Земченкова Г.К., Масленникова В.В. Соли метилового эфира 2-бензимидазолкарбаминовой кислоты, их синтез и фунгицидная активность // Башкирский химический журнал. 2014. Т. 21. № 4. С. 74-78.

Цитировать как

Чикишева Г.Е., Земченкова Г.К., Гарифуллина Н.А. Влияние фосфористой кислоты на фунгицидную активность карбендазима и тебуконазола // Экобиотех, 2024, Т. 7 № 4. С. 212-219. DOI: 10.31163/2618-964X-2024-7-4-212-219 EDN: GJNHNA

Cited as

Chikisheva G.E.1, Zemchenkova G.K.1, Garifullina N.A. The effect of phosphorous acid on the fungicidal activity of carbendazim and tebuconazole. *Èkobioteh.* 2024, V. 7 (4). P. 212-219. DOI: 10.31163/2618-964X-2024-7-4-212-219 EDN: GJNHNA (In Rus.)