

Г. Е. Чикишева (к.т.н., зав.лаб.)¹, Г. К. Земченкова (с.н.с.)¹,
Л. М. Мрясова (к.б.н.)², Н. А. Гарифуллина (ст. преп.)²

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРИСТОЙ КИСЛОТЫ НА ФУНГИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ КАРБЕНДАЗИМА

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

лаборатория сульфонилмочевинных препаратов №1.2
450029, г. Уфа, ул. Ульяновых, 65; e-mail: g.e.chik@yandex.ru

² Уфимский университет науки и технологий, кафедра математического анализа
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12; e-mail: tusa@rambler.ru

G. E. Chikisheva, G. K. Zemchenkova, L. M. Mryasova, N. A. Garifullina

THE EFFECT OF PHOSPHOROUS ACID ON THE FUNGICIDAL ACTIVITY OF CARBENDAZIM

¹ Research Technological Institute of Herbicides and Plant Growth Regulators
of Academy of Sciences of Bashkortostan Republic

65, Ulyanovkh Str, 450029, Ufa, Russia; e-mail: g.e.chik@yandex.ru

² Ufa University of Science and Technology
12, Karla Marksa Str., 450008, Ufa, Russia; e-mail: tusa@rambler.ru

Разработана фунгицидная композиция для протравливания семян и защиты посевов полезных культур от фитопатогенных грибов. Фунгицидная композиция в качестве действующих веществ содержит метиловый эфир 2-бензимидазолкарбаминовой кислоты (БМК, карбендазим) и фосфористую кислоту в массовом соотношении 3:(1–1.5) соответственно и вспомогательные компоненты. Препаративная форма представлена в форме текучей суспензионной пасты. Изучена фунгицидная активность препарата на проростках пшеницы и проведены полевые испытания. Предлагаемая фунгицидная композиция обладает синергетическим эффектом, что обеспечивает снижение норм расхода действующих веществ, снижение фунгицидной нагрузки на окружающую среду, стимулирование роста растений, повышение урожайности зерновых культур.

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

Карбендазим – один из первых фунгицидов системного действия, который применяется и в настоящее время. Он эффективен в отношении ряда заболеваний растений и, в первую очередь, в отношении мучнистой росы¹.

A fungicidal composition has been developed for dressing seeds and protecting crops of useful crops from phytopathogenic fungi. The fungicidal composition contains 2-benzimidazolylcarbamic acid methyl ester (BMC, carbendazim) and phosphorous acid in a mass ratio of 3:(1–1.5), respectively, and auxiliary components as active ingredients. The formulation is in the form of a flowable suspension paste. The fungicidal activity of the drug on wheat seedlings was studied and field tests were carried out. The proposed fungicidal composition has 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.

Key words: carbendazim; field tests; fungicidal activity; increase in yield; phosphorous acid; preparative form; reduction of consumption rates.

Карбендазим разрешен к применению на территории Российской Федерации в виде концентрата суспензии 200 г/л, 500 г/л на пшенице, ячмене, озимой ржи, сахарной свекле от корневой и прикорневой гнили, церкоспореллезе, снежной плесени, мучнистой росы, каменной и пыльной

Дата поступления 26.03.23

головни, бурой ржавчины, на яблонях от парши и мучнистой росы, на картофеле от фузариозной гнили и ризоктониоза².

Карбендазим (БМК) может образовывать соли с минеральными кислотами, которые обладают также фунгицидными свойствами³.

Фосфористая кислота (H_2PNO_3) обладает фунгицидными свойствами, причем фунгицидный эффект фосфитов сводится к усилению защитных механизмов самого растения, нежели к прямому действию на патоген. После обработки патоген на растении еще может быть обнаружен, 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 является создание композиций метилового эфира 2-бензимидазолилкарбаминовой кислоты и фосфористой кислоты, обладающих фунгицидной и биостимулирующей активностью и обеспечивающих снижение норм расхода препарата и действующих веществ, а также снижение фунгицидной нагрузки на окружающую среду.

Материалы и методы исследования

Для получения препаратов и изучения фунгицидной активности были взяты навески БМК и фосфористой кислоты в различных весовых соотношениях. Из смесевых препаратов была приготовлена препаративная форма в виде 30% текучей пасты. Разработанная фунгицидная композиция⁴ содержит компоненты при следующем соотношении, % мас.:

метилловый эфир 2-бензимидазолил-карбаминовой кислоты	30.0;
фосфористая кислота	10.0–15.0;
ПАВ – неонол АФ9-10, или неонол АФ9-12, или АБСК	6.0;
наполнитель – аэросил	0.5;
диспергатор – КССБ (концентрат сульфитно-спиртовой барды) или КПБ (концентрат барды порошкообразной)	1.0;
этиленгликоль	10.0;
краситель – родамин Ж или краситель 5С	0.5–2.0;
пленкообразователь (по сухому веществу) – лакрис 20А, 5% водный раствор	0.5;
вода	остальное.

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., возбудителями корневых гнилей – *Fusarium spp*, *Helminthosporium spp*, *Bipolaris spp*, проводили следующим образом: в кругло донную колбу объемом 100 мл помещали 10 г 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 мин до полного распределения препарата на поверхности семян. Семена выдерживали три дня до прорастивания, раскладывали в чашки Петри на смоченную (6-7 мл воды) фильтровальную бумагу и инкубировали в термостате при температуре 24 °С. Повторность опытов трехкратная. Всхожесть семян и пораженность их болезнями определяли через 7 дней от начала прорастивания. Фунгицидную активность определяли по известной формуле Эббота⁵

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

где $\mathcal{E}$ – техническая эффективность состава;

O – пораженность семян в опыте;

K – пораженность семян в контроле.

Результаты и их обсуждение

Фосфористая кислота в виде 30% текучей пасты была испытана на фунгицидную и биостимулирующую активность на семидневных проростках пшеницы. Результаты испытаний представлены в табл. 1, 2.

Из приведенных данных следует, что при расходной норме фосфористой кислоты 1000.0 г на 1 т семян идет замедление роста корней и проростков. Полученные данные позволяют рекомендовать для дальнейших испытаний H_2PNO_3 в дозах 200–500 г/т.

В табл. 3 представлены данные оценки фунгицидной активности смесевых композиций БМК и фосфористой кислоты на семидневных проростках пшеницы.

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

Из приведенных данных следует, что наилучшие результаты проявил образец №4. Все лабораторные варианты были испытаны в полевых условиях. Результаты полевых испытаний представлены в табл. 4.

Таблица 1

Фунгицидная активность H_2PNO_3

Препарат	Норма расхода, г/т	Лабораторная всхожесть семян, %	Пораженность корневыми гнилями, %	Эффективность, %	Пораженность прочими грибами, %	Эффективность, %
Контроль	-	96.0	25.0	-	6 Pen	-
$H_2(PNO_3)$	100.0	96.0	23.0	8.0	4 Pen	33.3
$H_2(PNO_3)$	200.0	97.0	18.0	28.0	2 Pen	66.6
$H_2(PNO_3)$	500.0	98.0	14.0	44.0	0	100.0
$H_2(PNO_3)$	1000.0	98.0	3.0	88.0	0	100.0

Таблица 2

Биостимулирующая активность H_2PNO_3

Препарат	Норма расхода, г/т	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	-
$H_2(PNO_3)$	100.0	51.5	3.0	62.8	5.2	6.92	12.9
$H_2(PNO_3)$	200.0	75.4	50.8	90.2	51.1	8.48	38.3
$H_2(PNO_3)$	500.0	72.2	44.4	95.2	59.5	10.7	74.5
$H_2(PNO_3)$	1000.0	32.9	-32.2	44.6	-25.3	5.46	-10.9
			ингибирование		ингибирование		ингибирование

Таблица 3

Фунгицидная активность на проростках пшеницы «Башкирская 26»

Препарат (№ обр.)		Норма рас хода, кг/т по преп.	Содер- жание БМК в д.в., кг/т	Содер- жание H ₂ PNO ₃ в д.в., кг/т	Всхо- жесть, %	Корневые гнили		Плесневые грибы		Вес 100 проро- стков, г
						пора- женность %	эффе- ктив- ность %	пора- жен- ность, %	эффе- ктив- ность, %	
Контроль без обработки		-	-	-	94.0	36	0	3	-	11.0
Кардинал- эталон, КС 500 г/л		1.5	0.75	-	96.0	23	36.1	1	100	11.5
БМК + H ₂ PNO ₃	1	1.4	0.42	0.140	97.0	15	58.3	0	100	11.8
	2	1.3	0.39	0.130	96.0	20	44.4	0	100	11.5
	3	1.2	0.36	0.120	96.0	23	36.1	1	66.6	11.3
	4	1.4	0.42	0.210	97.0	12	66.8	0	100	12.1
	5	1.3	0.39	0.195	97.0	18	50.0	0	100	11.8
	6	1.2	0.36	0.180	96.0	22	39.1	1	66.7	11.5

Таблица 4

Эффективность фунгицидной композиции в полевых испытаниях на яровой пшенице сорта «Башкирская 26»

Вариант опыта		Норма препарата, кг/т	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 PNO 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

В полевых условиях четвертый вариант также продемонстрировал лучший результат.

Совместное использование карбендазима (БМК) и фосфористой кислоты (H_2PNO_3) при протравливании зерна позволяет уменьшить количество БМК в 1.78–1.92 раза, а фосфористой

кислоты – в 2.4–3.85 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.

Литература

1. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. – М.: Химия, 1987. – 712 с.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч.1. Пестициды. – М., 2021. – 763 с.
3. Чикишева Г.Е., Сапожников Ю.В., Мударисова Р.Х. и др. Соли метилового эфира 2-бензимидазолкарбаминовой кислоты, их синтез и фунгицидная активность. // Баш.хим.ж. – 2014. – Т.21, №4. – С.74-78.
4. Патент №2780679 С1 РФ. Фунгицидная композиция / Земченкова Г.К., Мрясова Л.М., Гарифуллина Н.А., Чикишева Г.Е. // Б.И. – 2022. – №28.
5. Методические рекомендации по контролю за качеством препаративных форм ХСЗР и исходного сырья для их приготовления. – Черкассы, НИИТЭХИМ, 1990. – 5 с.

References

1. Mel'nikov N.N. *Pestitsidy. Khimiya, tekhnologiya i primeneniye* [Pesticides Chemistry, technology and application]. Moscow, Khimiya publ., 1987, 712 p.
2. *Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. Ch.1. Pestitsidy* [State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. P.1. Pesticides]. Moscow, 2021, 763 p.
3. Chikisheva G.E., Sapozhnikov Yu.V., Mudarisova R.Kh., etc. *Soli metilovogo efira 2-benzimidazolilkarbaminovoy kisloty, ikh sintez i fungitsidnaya aktivnost'* [Salts of methyl ester of 2-benzimidazolylcarbamic acid, their synthesis and fungicidal activity]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, vol.21, no.4, pp.74-78.
4. Zemchenkova G.K., Mryasova L.M., Garifullina N.A., Chikisheva G.E. *Fungitsidnaya kompozitsiya* [Fungicidal composition]. Patent RF no.2780679, 2021.
5. *Metodicheskiye rekomendatsii po kontrolyu za kachestvom preparativnykh form KhSZR i iskhodnogo syr'ya dlya ikh prigotovleniya* [Methodological recommendations for quality control of preparation forms of CPPP and raw materials for their preparation]. Cherkassy, NIITEKHIM publ., 1990, 5 p.