

Г. Е. Чикишева (к.т.н., доц., зав. лаб.), Г. К. Земченкова (с.н.с.),
Л. М. Мрясова (к.б.н., дир.)

ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОЙ ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ КАРБЕНДАЗИМА И МОЧЕВИНЫ

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: g.e.chik@yandex.ru

G. E. Chikisheva, G. K. Zemchenkova, L. M. Mryasova

STUDY OF JOINT FUNGICIDAL ACTIVITY OF CARBENDAZIME AND UREA

Research Institute of herbicides and plant growth regulators with experimental production
of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan
65, Ulyanovsk Str. 450029, Ufa, Russia, ph. (347)2428352, e-mail: g.e.chik@yandex.ru

Изучена фунгицидная активность карбендазима (БМК) и мочевины в мольных соотношениях 1:(2–10) на семидневных проростках пшеницы. Наибольшую синергетическую эффективность показал препарат, содержащий БМК и мочевины в мольном соотношении 1:8. Совместное использование карбендазима и мочевины позволяет снизить норму расхода БМК в 1.6–4 раз, а мочевины – в 1.3–2.6 раза при сохранении биологической активности препарата. Композиции на основе БМК и мочевины обеспечивают снижение норм расхода карбендазима в действующем веществе и снижают фунгицидную нагрузку на окружающую среду в целом.

Ключевые слова: карбендазим; мочевина; нормы расхода; окружающая среда; проростки пшеницы, синергизм; фунгицидная активность; фунгицидная нагрузка.

Карбендазим (метилловый эфир 2-бензи-мидазолкарбаминовой кислоты, БМК) – малотоксичный (ЛД₅₀ для крыс 6400, для кроликов 8000, для собак 8000 мг/кг) системный фунгицид, нашедший широкое практическое применение в сельском хозяйстве. г. Препарат используется в концентрациях 0.03–0.06 по действующему веществу^{1,2}.

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, церкоспорел-

The fungicidal activity of carbendazim (BMC) and urea in molar ratios of 1:(2–10) on seven-day wheat seedlings was studied. The preparative form containing BMC and urea in a molar ratio of 1:8 showed the greatest synergistic effectiveness. The combined use of carbendazim and urea makes it possible to reduce the consumption rate of BMC by 1.6–4 times, and of urea by 1.3–2.6 times while maintaining the biological activity of the formulation. Compositions based on BMC and urea reduce the consumption rates of carbendazim in the active substance and reduce the fungicidal load on the environment as a whole.

Key words: carbendazim; consumption rate; environment; fungicidal activity; fungicidal load; synergism; urea; wheat seedlings.

леза, снежной плесени, мучнистой росы, каменной и пыльной головни, бурой ржавчины, на яблонях от парши и мучнистой росы, на картофеле от фузариозной гнили и ризоктонии³.

Химически чистая мочевина представляет собой кристаллическое вещество, не имеющее запаха. По химическому строению ее можно рассматривать как амид карбаминовой кислоты (H₂NCOOH) или полный амид угольной кислоты. В растворах сильных кислот мочевина ведет себя как слабое основание ($K = 1.5 \cdot 10^{-14}$), в растворах сильных оснований мочевина ведет себя как слабая кислота⁴.

Дата поступления 13.06.21

Мочевина (карбамид) является самым концентрированным азотным удобрением, вносимым под садово-огородные культуры. Она также используется в качестве фунгицида от пурпурной пятнистости и парши на плодоносящих деревьях и кустарниках. Растения опрыскиваются раствором мочевины (500–700 г на 10 л воды) ранней весной до набухания почек, а также осенью после опадения листвы ⁵.

В настоящее время мочевины активно используют в баковых смесях с сульфонилмочевинными гербицидами, что позволяет снизить норму расхода д.в. на 25–30 % без снижения биологической эффективности ⁶.

Целью настоящего исследования является создание композиций БМК и мочевины, расширяющих арсенал биологически активных средств, обладающих фунгицидной активностью и обеспечивающих снижение норм расхода препарата и действующих веществ за счет синергетического эффекта, обеспечивающих снижение нагрузки на окружающую среду.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной задачи была исследована фунгицидная активность препаративных форм с композициями БМК и мочевины в различных мольных соотношениях на семидневных проростках пшеницы в отношении зараженности их корневыми гнилями, влияющими в конечном итоге на урожайность. Также были оценены всхожесть семян, пораженность их плесневыми грибами и вес проростков.

Для получения препаратов были взяты навески БМК с мочевиной в различных мольных соотношениях 1:(2–10). Из смесевых препаратов по рецептуре для первичных испытаний были приготовлены препаративные формы в виде текучей пасты, содержащей 30% масс. д.в. (БМК + мочевина в указанных соотношениях) и вспомогательные компоненты, обеспечивающие равномерность покрытия семян и удерживаемость д.в. на их поверхности.

Приготовление препаративной формы осуществляли в диссольвере или с помощью электромагнитного измельчителя.

Фунгицидная активность препаратов была испытана на проростках пшеницы «Башкирская 24».

Протравливание семян, естественно зараженных возбудителями плесневения семян грибами *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.* и другими возбудителями корневых гнилей — *Fusarium spp.*, *Helminto-*

sporum spp., *Bipolaris spp.*, проводили следующим образом: в круглодонную 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 минут 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 Эббота ⁷.

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

где $\mathcal{E}$ — техническая эффективность состава;
 O — пораженность семян в опыте;
 K — пораженность семян в контроле.

Результаты и их обсуждение

Результаты биологических испытаний на семидневных проростках пшеницы представлены в табл. 1. Как видно, при увеличении мольного соотношения БМК : мочевина до 1:8 происходит увеличение фунгицидной активности препаративных форм, тогда как при мольном соотношении БМК:мочевина = 1:10 уже наблюдается небольшое снижение активности. Сама мочевина на семидневных проростках пшеницы проявляет биологическую эффективность, немного меньшую по сравнению с активностью БМК.

Индивидуальные соединения БМК и мочевина были испытаны на фунгицидную активность по стандартной методике ⁸ на чистых культурах грибов, как фитопатогенных — *Aspergillus niger*, *Penicillium notatum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium graminearum*, так и антропо-зоопатогенных — *Candida albicans*, *Trichophyton mentagrophytes var. Granulosum*. В табл. 2 представлены минимальные рабочие концентрации испытуемых соединений, обеспечивающие полное подавление роста грибов. На распространенных фитопатогенных культурах *Alternaria alternata* и *Fusarium graminearum* мочевина проявляет в 2–2/5 раза более низкую фунгицидную активность, чем карбендазим.

**Фунгицидная активность препаративных форм с композициями БМК и мочевины
в различных мольных соотношениях на проростках пшеницы сорта Башкирская 24
(усредненные данные трех опытов)**

Препарат, соотношение д.в. моль/моль	Норма расхода кг/т по преп.	Содер- жание БМК в д.в., % мас.	Всхо- жесть семян, %	Корневые гнили		Плесневые грибы		Вес 100 проро- стков, г
				пора- женность, %	эффе- ктивность, %	пора- женность, %	эффе- ктив- ность, %	
Контроль	-	-	94	27	-	2 Pen.	-	11.2
БМК – эталон, 30% т.п.	1.0	100	95	16	40.7	1 Pen.	50.0	10.9
	1.7		95	10	63.0	-	100.0	11.2
	2.5		93	7	74.1	-	100.0	11.4
БМК: мочевина = 1:2	1.0	61.41	96	15	44.4	-	100.0	11.1
	1.7		95	9	66.7	-	100.0	11.6
	2.5		94	6	77.8	-	100.0	11.3
БМК: мочевина = 1:4	1.0	44.32	92	14	48.1	-	100.0	11.7
	1.7		94	8	70.4	-	100.0	11.3
	2.5		96	6	77.8	-	100.0	11.5
БМК:мочевина = 1:6	1.0	34.7	95	13	51.9	-	100.0	11.2
	1.7		94	8	70.4	-	100.0	11.4
	2.5		96	5	81.5	-	100.0	11.6
БМК: мочевина = 1:8	1.0	28.46	95	7	74.1	-	100.0	10.9
	1.7		95	6	77.8	-	100.0	11.6
	2.5		93	4	85.2	-	100.0	11.7
БМК: мочевина = 1:10	1.0	24.15	97	14	48.1	-	100.0	11.1
	1.7		95	7	74.1	-	100.0	11.5
	2.5		96	6	77.8	-	100.0	11.7
Мочевина, 30% т.п.	1.0	0.00	92	19	29.6	-	100.0	11.1
	1.7		95	14	48.1	-	100.0	11.2
	2.5		94	9	66.7	-	100.0	11.4

Таблица 2

**Фунгицидная активность соединений
в отношении фитопатогенных
и антропо-зоопатогенных грибов**

Грибы	Полное угнетение роста, мг/мл	
	БМК	мочевина
<i>Candida albicans</i>	0.4-0.5	>10
<i>Trichophyton mentagrophytes</i> <i>var. granulosum</i>	0.3-0.5	>10
<i>Aspergillus niger</i>	4-5	>10
<i>Penicillium notatum</i>	4-5	>10
<i>Alternaria alternata</i>	4-5	>10
<i>Fusarium graminearum</i>	4-5	>10

Можно предположить, что близкая активность вышеуказанных соединений на семи-дневных проростках пшеницы связана с участием мочевины в биологических синтезах, протекающих в зернах при прорастании пшеницы, возможно, с образованием пуриновых оснований, являющихся биологическими аналогами БМК.

Таким образом, в ходе проведенных исследований было показано, что совместное использование карбендазима и мочевины позволяет снизить норму расхода БМК в 1.6–4 раз, а мочевины – в 1.3–2.6 раза при сохранении биологической активности препарата. Композиции на основе БМК и мочевины обеспечивают снижение норм расхода карбендазима в действующем веществе и снижают фунгицидную нагрузку на окружающую среду в целом.

Литература

1. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение.— М.: Химия, 1987.— 712 с.
2. Белов Д.А. Химические методы и средства защиты растений в лесном хозяйстве и озеленении.— М.: МГУЛ, 2003.— 128 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды.— М., 2021.— 763 с.

References

1. Mel'nikov N.N. *Pestitsidy. Khimiya, tekhnologiya i primeneniye* [Pesticides Chemistry, technology and application]. Moscow, Khimiya Publ., 1987, 712 p.
2. Belov D.A. *Khimicheskiye metody i sredstva zashchity rasteniy v lesnom khozyaystve i ozelenenii* [Chemical methods and means of plant protection in forestry and gardening]. Moscow, MGUL Publ., 2003, 128 p.

4. Зотов А.Т. Мочевина.— М.: Госхимиздат, 1963.— С.29, 39.
5. <https://www.ogorod.ru/ru/now/fertilizers/10466/Mochevina-osobennosti-udobreniya-i-ego-primeneniye.htm>
6. Зубарев Ю.Н., Калинин С.О., Юдин В.С. Влияние обработки баковой смесью гербицида с мочевиной на урожайность зерна яровой пшеницы в Предуралье // Аграрный вестник Урала.— 2009.— №3.— С.58-60.
7. Методические рекомендации по контролю за качеством препаративных форм ХСЗР и исходного сырья для их приготовления.— Черкассы: НИИТЭХИМ, 1990.— С.5.
8. Чикишева Г.Е., Медведев Ю.А., Сапожников Ю.Е., Колбин А.М. Сравнительная антифунгальная активность некоторых производных метилового эфира 2-бензимидазол-ил-карбамино-вой кислоты в отношении фитопатогенных и антропо - зоопатогенных грибов. // Баш.-хим.ж.— 2013.— Т.20, №3.— С.108-111.
3. *Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. Chast' 1. Pestitsidy* [State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. Part 1. Pesticides]. Moscow Publ., 2021, 763 p.
4. Zotov A.T. *Mochevina* [Urea]. Moscow. Goskhimizdat Publ., 1963, pp.29, 39.
5. <https://www.ogorod.ru/ru/now/fertilizers/10466/Mochevina-osobennosti-udobreniya-i-ego-primeneniye.htm>
6. Zubarev Yu.N., Kalinin S.O., Yudin V.S. *Vliyaniye obrabotki bakovoy smes'yu gerbitsida s mochevinoy na urozhaynost' zerna yarovoy pshenitsy v Predural'ye* [The effect of treatment with a tank mixture of herbicide with urea on the grain yield of spring wheat in the Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2009, no.3, pp. 58-60.
7. *Metodicheskiye rekomendatsii po kontrolyu za kachestvom preparatsionnykh form KHSZR i iskhodnogo syr'ya dlya ikh prigotovleniya* [Guidelines for quality control of preparative forms of plant protection chemicals and raw materials for their preparation]. Cherkassy, NIITEKHIM Publ., 1990, p.5
8. Chikisheva G. E., Medvedev Yu. A., Sapozhnikov Yu. E., Kolbin A.M. *Sravnitel'naya antifungal'naya aktivnost' nekotorykh proizvodnykh metilovogo efira 2-benzimidazolil-karbaminovoy kisloty v otnoshenii fitopatogennykh i antropo-zoopatogennykh gribov* [Comparative antifungal activity of some derivatives of methyl ester of 2-benzimidazolyl-carbamic acid against phytopathogenic and anthro-po-zoopathogenic fungi]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2013, vol.20, no.3, pp.108-111.