

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАН БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»**

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»**



ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

ВЫПУСК 49

Минск 2025
«Колорград»
2025

В сборнике публикуются материалы научных исследований по видовому составу, биологии, экологии и вредоносности сорной растительности, насекомых и возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур. Представлены эффективность и экологическая безопасность агротехнических, биологических и химических мероприятий по оптимизации фитосанитарной ситуации агроценозов.

Для научных сотрудников, агрономов по защите растений, преподавателей, студентов сельскохозяйственных вузов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РУП «Институт защиты растений»: *Запрудский А. А.*, доктор с.-х. наук, доцент – главный редактор, *Сорока С. В.*, доктор с.-х. наук, профессор – зам. главного редактора, *Буга С. Ф.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Бойко С. В.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Войтка Д. В.*, канд. биол. наук, доцент, *Жук Е. И.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Жуковский А. Г.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Мышкевич Е. А.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Комардина В. С.*, канд. биол. наук, доцент, *Сташкевич А. В.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Якимович Е. А.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Ярчаковская С. И.*, канд. с.-х. наук, доцент; **РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»:** *Гриб С. И.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси; **ГНПО «Химический синтез и биотехнологии»:** *Коломиец Э. И.*, доктор биол. наук, профессор, академик НАН Беларуси; **ФБГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»:** *Долженко В. И.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН

Перевод на английский язык: Лавникевич А. С.

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Гаджиева Г. И., Богомолова И. В., Полозняк Е. Н., Бобович А. Н.</i> Гербицид Пропонит Дуо, КЭ в посевах технических культур	7
<i>Кабзарь Н. В., Миронова М. П.</i> Защита посевов тритикале и ячменя озимых от злаковых сорных растений гербицидом Стингрей, КЭ.....	17
<i>Якимович Е. А.</i> Влияние нормы высева и внесения гербицида на урожайность семян фацелии пижмолистной	24

Фитопатология

<i>Кирейчик В. А., Пилат Т. Г., Жуковский А. Г.</i> Поражаемость сортов озимого ячменя болезнями листового аппарата в условиях Беларуси	36
<i>Лешкевич Н. В., Бобович А. Н., Запрудский А. А.</i> Эффективность двухкомпонентных и трехкомпонентных фунгицидов в защите подсолнечника от болезней	43
<i>Мелешко Н. И.</i> Оценка эффективности фунгицидов против бурой пятнистости на листьях земляники садовой	56
<i>Пилат Т. Г., Жук Е. И., Буга С. Ф., Радивон В. А., Жуковская А. А., Лешкевич В. Г., Бурнос Н. А., Одинцова И. Н., Кирейчик В. А., Рожко Е. И.</i> Изучение чувствительности грибов рода <i>Fusarium</i> Link, поражающих озимую пшеницу в условиях Республики Беларусь, к фунгицидным действующим веществам	62
<i>Пилат Т. Г., Жук Е. И., Радивон В. А., Бурнос Н. А., Жуковская А. А., Лешкевич В. Г., Одинцова И. Н., Халаев А. Н., Кирейчик В. А., Рожко Е. И.</i> Внутривидовое разнообразие грибов рода <i>Fusarium</i> Link, поражающих озимую пшеницу, в условиях Беларуси.....	71
<i>Плескачевич Р. И., Калачев В. В.</i> Эффективность фунгицида Полидок, ВДГ в системе защиты семечковых плодовых культур от болезней	80
<i>Халаева В. И., Патракеева А. В., Конопацкая М. В.</i> Распространенность черной ножки картофеля и видовой состав возбудителей.....	88
<i>Яковенко А. М., Запрудский А. А., Белова Е. С., Бобович А. Н., Привалов Д. Ф., Богомолова И. В.</i> Фитосанитарное состояние посевного материала подсолнечника в Беларуси	98

Энтомология

<i>Богомолова И. В., Запрудский А. А., Лешкевич Н. В., Яковенко А. М., Пенязь Е. В., Агейко А. В.</i> Комбинированные инсектициды для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда.....	106
---	-----

<i>Бойко С. В., Немкевич М. Г.</i> Регулирование наиболее опасных вредителей кукурузы при помощи эффективных инсектицидов	118
<i>Бречко Е. В.</i> Комплекс мероприятий по защите семян зерновых культур в период хранения от вредителей запасов	130
<i>Гайдарова С. А., Богомолова И. В., Гаджиева Г. И., Запрудский А. А., Агейко А. В.</i> Влияние инсектицида Фасшанс, КЭ на численность рапсового цветоеда в посевах рапса	145
<i>Колтун Н. Е., Новикова О. В., Переверзева Ю. Н., Комардина В. С.</i> Чувствительность обыкновенного паутиного клеща (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) к пестицидам из различных химических классов	152
<i>Стрелкова Е. В., Зык Н. В.</i> Защита моркови столовой от морковной мухи в условиях производственного кооператива «Ольговское»	162

Биологический метод защиты растений

<i>Шейн А. А., Войтка Д. В.</i> Антибактериальная и антифунгальная активность симбиотических бактерий рода <i>Xenorhabdus</i>	171
<i>Янковская Е. Н., Войтка Д. В., Федорович М. В., Шейн А. А.</i> Влияние целевых компонентов на жизнеспособность и биологическую активность штаммов энтомопатогенных грибов	180

Общие вопросы защиты растений

<i>Арашкович С. А.</i> Влияние средств защиты растений на урожайность и потребительские свойства гороха овощного	189
<i>Кислушко П. М., Арашкович С. А.</i> Методика определения остаточных количеств флониамида в яблоках, почве и воде методом газожидкостной хроматографии	196
<i>Мышкевич Е. А., Арашкович С. А., Лосева М. П., Поплевко В. Л., Кузмицкая А. А.</i> Гигиеническое обоснование безопасного применения многокомпонентных фунгицидов в условиях Республики Беларусь	205
Авторский указатель	214

CONTENTS

Herbology

<i>Hajyieva H. I., Bahamolava I. V., Palazniak A. N., Babovich A. N.</i> Herbicide Proponit Duo, EC in industrial crops.....	7
<i>Kabzar N. V., Mironova M. P.</i> Protection of winter triticale and barley from grass weeds with the herbicide Stingray, EC.....	17
<i>Yakimovich E. A.</i> Influence of the seeding rate and herbicide application on the yield of phacelia tanacetifolia	24

Phytopathology

<i>Kireichyk V. A., Pilat T. G., Zhukovsky A. G.</i> Susceptibility of winter barley varieties to leaf diseases in Belarus	36
<i>Leshkevich N. V., Babovich A. N., Zaprudsky A. A.</i> Dynamics of disease development in soybean crops of the pripyat variety	43
<i>Meleshko N. I.</i> Assessment of fungicides efficiency against brown spot on garden strawberry leaves.....	56
<i>Pilat T. G., Zhuk E. I., Buga S. F., Radivon V. A., Zhukovskaya A. A., Leshkevich V. G., Burnos N. A., Odintsova I. N., Kireichik V. A., Rozhko E. I.</i> Study of the sensitivity of <i>Fusarium</i> Link species affecting winter wheat in the Republic of Belarus to fungicidal active substances.....	62
<i>Pilat T. G., Zhuk E. I., Radivon V. A., Burnos N. A., Zhukovskaya A. A., Leshkevich V. G., Odintsova I. N., Khalaev A. N., Kireichyk V. A., Rozhko E. I.</i> Intraspecific diversity of <i>Fusarium</i> Link fungi affecting winter wheat in Belarus.....	71
<i>Pleskatsevich R. I., Kalachev V. V.</i> Efficiency of the Polidok fungicide, WDG in the system of protection of pomaceous fruits from diseases	80
<i>Khalaeva V. I., Patrakeeva A. V., Konopatskaya M. V.</i> Prevalence of black leaf of potatoes and species of pathogens	88
<i>Yakavenka A. M., Zaprudsky A. A., Belova E. S., Babovich A. N., Privalov D. F., Bahamolava I. V.</i> Phytosanitary state of sunflower seed material in Belarus.....	98

Entomology

<i>Bahamolava I. V., Zaprudsky A. A., Leshkevich N. V., Yakavenka A. M., Penyaz E. V., Ageyko A. V.</i> Combined insecticides for protecting spring rape from flower beetle.....	106
<i>Boyko S. V., Nemkevich M. G.</i> Regulation of the most dangerous corn pests with effective insecticides	118

<i>Brechko E. V.</i> A complex of measures to protect seeds of grain crops from storage pests during the storage period	130
<i>Gaidarova S. A., Bahamolava I. V., Hajyieva H. I., Zaprudsky A. A., Ageyko A. V.</i> Influence of insecticide Faschance, EC on the number of rape flowerbeetle in rape crops	145
<i>Koltun N. E., Novikova O. V., Pereverzeva Yu. N., Komardina V. S.</i> Sensitivity of spider mite (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) to pesticides from different chemical classes	152
<i>Strelkova E. V., Zyk N. V.</i> Protection of carrot table from carrot flies in the conditions of the «Olgovskoye» production cooperative	162

Biological method of plant protection

<i>Shein A. A., Voitka D. V.</i> Antibacterial and antifungal activity of symbiotic bacteria of the genus <i>Xenorhabdus</i>	171
<i>Yankouskaya A. N., Voitka D. V., Fedarovich M. V., Shein A. A.</i> The effect of target components on the viability and biological activity of strains of entomopathogenic fungi.....	180

General issues of plant protection

<i>Arashkovich S. A.</i> Effect of plant protection products on the yield and useful qualities of green pea	189
<i>Kislushko P. M., Arashkovich S. A.</i> Methodology for determinig residues of flonicamid in apples, soil, and water by gas-liquid chromatography	196
<i>Myshkevich E. A., Arashkovich S. A., Loseva M. P., Poplevko V. L., Kuzmitskaya A. A.</i> Hygienic justification of the safe use of multicomponent fungicides under the conditions of the republic of Belarus.....	205
Author index.....	215

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК [633.8 + 633.63]:632.954

Г. И. Гаджиева, И. В. Богомолова, Е. Н. Полозняк, А. Н. Бобович
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ГЕРБИЦИД ПРОПОНИТ ДУО, КЭ В ПОСЕВАХ ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Дата поступления статьи в редакцию: 18.08.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Якимович Е. А.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению эффективности гербицида Пропонит Дуо, КЭ (пропизахлор, 720 г/л + кломазон, 30 г/л) в посевах технических культур (рапса, сахарной свеклы, подсолнечника). Через месяц после обработки численность и вегетативная масса однолетних сорных растений снижались на 87,8–100 %, на подсолнечнике – на 68,4–87,3 %. На всех культурах получен достоверно сохраненный урожай; отмечено незначительное фитотоксическое действие гербицида, проявляющееся в побелении листьев, которое исчезает в течение месяца.

Ключевые слова: яровой и озимый рапс, сахарная свекла, подсолнечник, сорные растения, пропизахлор + кломазон, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. В условиях современного аграрного производства невозможно повышение урожайности сельскохозяйственных культур без применения гербицидов. Из всех гербицидов, включенных в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, (2023)» в посевах ярового и озимого рапса, больше половины (66,7–68,8 %) составляют гербициды, применяемые после всходов культуры, в т. ч. 7,5–9,7 % – имидазолиноны, 42,3–47,2 % – против однолетних и некоторых многолетних двудольных, 45,3–48,0 % – противозлаковые. Из числа препаратов, применяемых в посевах сахарной свеклы, 23,2 % являются гербицидами с почвенной активностью, 20,2 % – бетанальной группы, 14,1 % – с действующим веществом (далее д. в.) клопиралид, 7,1 % – на основе трифлусульфуронметила и 9,1 % – с прочими действующими веществами, 26,3 % являются противозлаковыми гербицидами. Абсолютное большинство гербицидов (73,7 %), зарегистрированных на подсолнечнике, составляют гербициды почвенного действия, 5,3 % – имидазолиноны и 21 % – граминициды [1].

Целью наших исследований было изучение эффективности системного гербицида с почвенной активностью Пропонит Дуо, КЭ (пропизахлор, 720 г/л + кломазон, 30 г/л) в посевах технических культур.

Место и методика проведения исследований. Изучение эффективности гербицида в посевах ярового и озимого рапса, сахарной свеклы и подсолнечника проводили в 2020–2024 гг. в полевых мелкоделяночных опытах в РУП «Институт защиты растений» в соответствии с «Методическими указаниями ...» [2]. Агротехника возделывания – общепринятая для Центральной агроклиматической зоны республики. Почва дерново-подзолистая легко- и среднесуглинистая. Площадь делянки – 15,0–18,9 м² повторность опытов – четырёхкратная, расположение делянок – последовательное. Схемы опытов представлены в таблицах. Способ применения гербицидов – поделаночное опрыскивание, расход рабочего раствора – 200–300 л/га, сроки применения – до всходов культур. Учёты численности сорных растений проводили через один и два месяца после применения гербицидов, на озимом рапсе – дополнительно весной после возобновления вегетации. Определение технологических качеств корнеплодов сахарной свёклы – в РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле» (г. Несвиж, Минская область). Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [3].

Результаты исследований. Результаты двухлетних испытаний гербицида Пропонит Дуо, КЭ в нормах расхода 1,5–2,0 л/га в посевах ярового рапса показали, что биологическая эффективность по снижению численности и массы сорных растений превышала 90,0 %. Так, в 2020 г. через месяц после обработки численность снижалась на 91,8–98,6 %, масса – на 97,8–99,6 %, в эталоне (Нимбус, КС – 1,5 л/га) – на 92,4 и 98,5 % соответственно. Доминирующие виды сорных растений (марь белая, пастушья сумка, просо куриное) погибали на 87,7–100 % при численности в варианте без применения гербицида 145,0 шт./м² и массе 503,0 г/м² (таблица 1).

При учете через 60 дней после обработки биологическая эффективность Пропонита Дуо, КЭ снизилась незначительно и составила 89,1–96,2 % по численности и 92,4–96,7 % по массе, в эталонном варианте – 90,2 и 94,4 % соответственно. Не выявлено существенных различий между показателями снижения численности и массы сорных растений в вариантах с применением гербицида Пронит Дуо, КЭ в различных нормах расхода. Однако, следует обратить внимание на то, что при применении гербицида Пропонит Дуо, КЭ отмечалось незначительное фитотоксическое действие на культуру, выраженное в побелении листьев, которое исчезало через месяц.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах ярового рапса (РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вид сорного растения	Снижение численности (в числителе) и массы (в знаменателе) сорных растений, % к варианту без применения гербицида				
	вариант				
	без применения гербицида*	Нимбус, КС (1,5 л/га) – эталон	Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	Пропонит Дуо, КЭ (2,0) л/га	Пропонит Дуо, КЭ (2,5) л/га
Марь белая	$\frac{57,0}{332,0}$	$\frac{91,2}{99,1}$	$\frac{89,5}{98,2}$	$\frac{87,7}{98,8}$	$\frac{98,2}{99,7}$
Пастушья сумка	$\frac{26,0}{48,0}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$
Просо куриное	$\frac{23,0}{28,0}$	$\frac{95,7}{96,4}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$
Горец выюнковый	$\frac{14,0}{33,0}$	$\frac{71,4}{90,9}$	$\frac{64,3}{90,9}$	$\frac{78,6}{90,9}$	$\frac{92,9}{97,0}$
Подмаренник цепкий	$\frac{11,0}{44,0}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$
Ярутка полевая	$\frac{8,0}{12,0}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$
Прочие	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{83,3}{83,3}$	$\frac{83,3}{83,3}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$
Всего	$\frac{145,0}{503,0}$	$\frac{92,4}{98,5}$	$\frac{91,8}{97,8}$	$\frac{91,8}{98,4}$	$\frac{98,6}{99,6}$

Примечание – * – в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений (шт./м²), в знаменателе – их масса (г/м²).

Аналогичные данные были получены и в 2021 г. Через месяц после обработки Пропонитом Дуо, КЭ численность наиболее распространенного сорняка мари белой снижалась на 84,7 (1,5 л/га)–97,6 % (2,5 л/га), в эталоне (Нимбус, КС (1,5 л/га) – на 88,2 %; вегетативная масса – на 98,2–99,7 и 99,1 % соответственно. Гербициды проявили высокую биологическую эффективность (95,0–100 %) против проса куриного, подмаренника цепкого и ромашки непахучей, немного ниже – против пастушьей сумки. Численность и масса всех сорных растений при использовании Пропонита Дуо, КЭ снижались на 87,8–97,1 %, в эталоне – на 91,6–91,8 % (таблица 2).

Учет засоренности, проведенный через два месяца после обработки, показал, что биологическая эффективность применяемых в опыте гербицидов осталась на том же высоком уровне, что и при первом учете. Применение гербицидов Нимбус, КС (эталон) и Пропонит Дуо, КЭ в изучаемых нормах расхода в посевах ярового рапса позволило сохранить 3,4–5,7 ц/га (13,6–28,2 %) (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность Пропонита Дуо, КЭ в посевах ярового рапса через месяц после обработки (РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вид сорного растения	Снижение численности (в числителе) и массы (в знаменателе) сорных растений, % к варианту без применения гербицида				
	вариант				
	без применения гербицида*	Нимбус, КС (1,5 л/га) – эталон	Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	Пропонит Дуо, КЭ (2,0) л/га	Пропонит Дуо, КЭ (2,5) л/га
Марь белая	<u>85,0</u> 128,0	<u>88,2</u> 99,1	<u>84,7</u> 98,2	<u>96,5</u> 98,8	<u>97,6</u> 99,7
Пастушья сумка	<u>11,0</u> 24,0	<u>90,9</u> 95,6	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Просо куриное	<u>38,0</u> 54,0	<u>97,4</u> 96,1	<u>94,6</u> 94,9	<u>100</u> 100	<u>97,4</u> 95,8
Горец вьюнковый	<u>9,0</u> 23,0	<u>88,9</u> 83,3	<u>77,8</u> 79,3	<u>88,9</u> 85,9	<u>90,2</u> 90,6
Подмаренник цепкий	<u>5,0</u> 14,0	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Ромашка непахучая	<u>4,0</u> 7,0	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Прочие	<u>9,0</u> 15,0	<u>80,5</u> 85,1	<u>78,3</u> 80,7	<u>85,5</u> 82,8	<u>88,4</u> 81,0
Всего	<u>161,0</u> 265,0	<u>91,8</u> 91,6	<u>88,7</u> 87,8	<u>96,7</u> 97,1	<u>96,0</u> 96,6

Примечание – * – в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений (шт./м²), в знаменателе – их масса (г/м²).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах ярового рапса (РУП «Институт защиты растений», 2020–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
2020 г.			
Без применения гербицида	20,2	–	–
Нимбус, КС (1,5 л/га) – эталон	25,6	5,4	26,7
Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	24,9	4,7	23,3
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	25,9	5,7	28,2
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	25,7	5,5	27,2
НСР ₀₅	2,0		
2021 г.			
Без применения гербицида	25,0	–	–
Нимбус, КС (1,5 л/га) – эталон	28,7	3,7	14,8
Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	28,4	3,4	13,6
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	29,0	4,2	16,8
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	28,5	4,0	16,0
НСР ₀₅	2,0		

При применении гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах озимого рапса через месяц после обработки отмечена полная гибель ромашки непахучей, звездчатки средней, пастушьей сумки, подмаренника цепкого, проса куриного и мятлика однолетнего. Численность мари белой снижалась на 80,0 (1,5 л/га) – 100 % (2,5 л/га), масса – на 60,2 и 100 % соответственно; фиалки полевой – на 71,4–85,7 %, ее вегетативной массы – на 78,6–92,9 %; в эталоне (Калиф Мега, МКС – 2,0 л/га) численность данных сорняков снижалась на 71,4–80,0 %, их масса на 36,3–85,7 %, что несколько ниже, чем при применении Пропонита Дуо, КЭ. Численность всех сорных растений снижалась на 92,4 (1,5 л/га) – 98,1 % (2,5 л/га), масса – на 82,8 и 99,5 % соответственно, что выше эталонного варианта (88,7 % по численности и 68,3 % по массе) (таблица 4).

При проведении учета весной (02.05.2023 г.) снижение общего количества и массы двудольных сорняков при применении Пропонита Дуо, КЭ составило 96,9–100 %, в эталоне – 90,8 % – по численности и 97,9 % – по массе.

Таблица 4 – Биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений, 2022–2023 гг.)

Вариант	Дата учета	Снижение численности сорных растений, % к варианту без применения гербицида						
		всех	мари белой	ромашки непахучей	пастушьей сумки	фиалки полевой	проса куриного	мятлика однолетнего
Без применения гербицида*	27.09.2022 г.	<u>53,0</u> 22,1	<u>10,0</u> 8,8	<u>14,0</u> 3,4	<u>7,0</u> 1,0	<u>7,0</u> 1,4	<u>6,0</u> 0,5	<u>5,0</u> 4,0
	31.10.2022 г.	<u>53,0</u> 45,0	<u>10,0</u> 10,3	<u>14,0</u> 6,3	<u>7,0</u> 4,1	<u>7,0</u> 4,4	<u>6,0</u> 7,5	<u>5,0</u> 6,0
Калиф Мега, МКС (2,0 л/га) – эталон	27.09.2022 г.	<u>88,7</u> 68,3	<u>80,0</u> 36,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,4</u> 85,7	<u>66,7</u> 60,0	<u>100</u> 100
	31.10.2022 г.	<u>96,2</u> 98,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,4</u> 88,6	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	27.09.2022 г.	<u>92,4</u> 82,8	<u>80,0</u> 60,2	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,4</u> 78,6	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
	31.10.2022 г.	<u>94,3</u> 94,4	<u>90,0</u> 88,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,4</u> 70,4	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	27.09.2022 г.	<u>96,2</u> 99,0	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,4</u> 85,7	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
	31.10.2022 г.	<u>96,2</u> 97,1	<u>90,0</u> 92,2	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>85,7</u> 88,6	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	27.09.2022 г.	<u>98,1</u> 99,5	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>85,7</u> 92,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
	31.10.2022 г.	<u>98,1</u> 99,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>85,7</u> 93,1	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100

Примечание – * – в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений, шт./м², в знаменателе – их масса, г/м².

Снижение засоренности позволило получить достоверно сохраненный урожай семян рапса – от 2,3 до 2,9 ц/га, в эталоне (Калиф Мега, МКС – 2,0 л/га) данный показатель составил 2,9 ц/га (таблица 5).

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения гербицида	55,2	–
Калиф Мега (2,0 л/га) – эталон	58,1	2,9
Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	57,5	2,3
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	57,7	2,5
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	58,1	2,9
НСР ₀₅	2,0	

Биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ по снижению численности и массы сорных растений в посевах сахарной свеклы через месяц после обработки составила 94,2–100 %, в эталонах (Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га и Голтикс, КС – 6,0 л/га) – 49,3–54,5 и 69,9–76,0 % соответственно. Высокая эффективность (95,8–100 %) гербицида Пропонит Дуо, КЭ во всех изучаемых нормах расхода отмечена по отношению к мари белой, галинзоге мелкоцветковой, просу куриному и подмареннику цепкому, в норме расхода 2,0 л/га – к указанным видам, пикульнику обыкновенному и ромашке непахучей. Недостаточная эффективность (до 75,0 %) наблюдалась при применении препарата в минимальной норме расхода (1,5 л/га) по отношению к горцам вьюнковому и шероховатому, ромашке непахучей (таблицы 6, 7).

При применении гербицида Дуал Голд, КЭ в норме расхода 1,6 л/га просо куриное погибло полностью; численность и масса ярутки полевой, пикульника обыкновенного и пастушьей сумки снижались на 80,0–95,0 %; биологическая эффективность по снижению численности и массы мари белой, горца вьюнкового и ромашки непахучей не превышала 52,9 %, не оказывал влияния гербицид на подмаренник цепкий.

Голтикс, КС в норме расхода 6,0 л/га снижал численность мари белой, ярутки полевой, пастушьей сумки и ромашки непахучей на 66,7–84,4 %, их вегетативную массу – на 87,5–97,1 %; не оказывал влияния препарат на просо куриное и подмаренник цепкий, слабое – на горец вьюнковый, пикульник обыкновенный и горец шероховатый (эффективность не превышала 54,6 %) (таблицы 6, 7).

Как и на яровом рапсе, было отмечено фитотоксическое действие гербицида Пропонит Дуо, КЭ на культуру, проявляющееся в побелении листьев сахарной свеклы и исчезающее через месяц после обработки.

Таблица 6 – Биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ по снижению численности сорных растений в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вид сорного растения	Снижение численности сорных растений, % к варианту без применения гербицида				
	вариант				
	без применения гербицида*	Дуал Голд, КЭ (1,6 л/га) – эталон 1	Голтикс, КС (6,0 л/га) – эталон 2	Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)
Марь белая	125,0	44,0	84,4	96,4	100
Галинзога мелкоцветковая	12,0	87,5	25,0	95,8	100
Просо куриное	10,0	100	уров.	100	100
Горец выюнковый	8,5	52,9	52,9	94,1	94,1
Ярутка полевая	6,5	84,6	69,2	92,3	92,3
Пикульник обыкновенный	5,5	90,9	54,6	90,9	100
Подмаренник цепкий	5,0	уров.	уров.	100	100
Горец шероховатый	5,0	70,0	50,0	40,0	90,0
Пастушья сумка	4,5	88,9	66,7	88,9	88,9
Ромашка непахучая	4,0	37,5	75,0	75,0	100
Прочие	5,0	90,0	100	100	100
Всех	191,0	54,5	69,9	94,2	99,0

Примечания: 1. * – в варианте без применения гербицида численность сорных растений, шт./м².
2. «уров.» – уровень варианта без применения гербицида.

Таблица 7 – Биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ по снижению массы сорных растений в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вид сорного растения	Снижение массы сорных растений, % к варианту без применения гербицида				
	вариант				
	без применения гербицида*	Дуал Голд, КЭ (1,6 л/га) – эталон 1	Голтикс, КС (6,0 л/га) – эталон 2	Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)
Марь белая	153,0	36,0	87,6	97,4	100
Галинзога мелкоцветковая	9,0	77,8	77,8	98,9	100
Просо куриное	19,0	100	уров.	100	100
Горец выюнковый	5,0	уров.	40,0	40,0	96,0
Ярутка полевая	16,0	81,3	87,5	97,5	98,8
Пикульник обыкновенный	6,0	95,0	66,7	96,7	100
Подмаренник цепкий	8,0	уров.	37,5	100	100
Горец шероховатый	4,0	90,0	уров.	75,0	92,5
Пастушья сумка	10,0	80,0	90,0	97,0	98,8
Ромашка непахучая	7,0	42,9	97,1	71,4	100
Прочие	5,4	96,3	100	100	100
Всех	242,4	49,3	76,0	95,6	99,6

Примечания: 1. * – в варианте без применения гербицида масса сорных растений, г/м².
2. «уров.» – уровень варианта без применения гербицида.

Применение гербицида в посевах сахарной свёклы позволило дополнительно получить 261–295 ц/га свёклы и увеличить выход сахара на 44,0–48,5 ц/га (в эталонах – 182–233 и 30,6–38,1 ц/га соответственно). Во всех вариантах с применением гербицидов получен достоверно сохраненный урожай корнеплодов (таблица 8).

Таблица 8 – Хозяйственная эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га	Сахаристость корнеплодов, %	Расчётный выход сахара, ц/га
Без применения гербицида	82	16,56	13,6
Дуал Голд, КЭ (1,6 л/га) – эталон 1	264	16,74	44,2
Голтикс, КС (6,0 л/га) – эталон 2	315	16,40	51,7
Пропонит Дуо, КЭ (1,5 л/га)	343	16,80	57,6
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	377	16,48	62,1
НСР ₀₅	104		

В посевах подсолнечника погодные условия вегетационного сезона 2024 г. с недостатком почвенной влаги оказали негативное влияние на эффективность гербицидов. Так, через месяц после обработки биологическая эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ (2,0–2,5 л/га) была выше эталона Версия, МД (3,0–4,0 л/га) и составила 68,4–79,5 % по снижению численности и 82,5–87,3 % по снижению вегетативной массы сорных растений, в эталоне – 55,6–70,9 % и 77,2–81,5 % соответственно. Во всех вариантах опыта была отмечена 100 %-ная гибель пастушьей сумки.

Через два месяца после применения гербицида Пропонит Дуо, КЭ в изучаемых нормах расхода численность всех сорных растений снизилась на 69,2–75,9 %, масса – на 80,6–85,4 %. В эталонном варианте биологическая эффективность по снижению численности составила 54,9–68,4 %, массы – 73,8–80,7 %. Как и при первом учете, отмечена полная гибель пастушьей сумки во всех вариантах (таблица 9). Отмечено фитотоксическое действие Пропонита Дуо, КЭ в изучаемых нормах расхода на культуру, проявляющееся в побелении листьев и исчезающее через месяц после обработки.

Применение Пропонита Дуо, КЭ до всходов культуры позволило дополнительно получить 6,1–7,5 ц/га маслосемян подсолнечника, в эталоне – 5,6 ц/га (таблица 10).

Таблица 9 – Эффективность гербицида Пропонит Дуо, КЭ в посевах подсолнечника (РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант	Дата учета	Снижение засоренности, % к варианту без применения гербицида*					
		всех сорных растений	мари белой	проса куриного	горна вьюнкового	горна шероховатого	пастушьей сумки
Без применения гербицида	24.06.2024 г.	<u>117,0</u> 2604,0	<u>47,0</u> 1901,0	<u>42,0</u> 337,0	<u>17,0</u> 228,0	<u>8,0</u> 120,0	<u>3,0</u> 18,0
	24.07.2024 г.	<u>133,0</u> 3635,0	<u>54,0</u> 2660,0	<u>49,0</u> 450,0	<u>18,0</u> 330,0	<u>9,0</u> 174,0	<u>3,0</u> 21,0
Версия, МД (3,0 л/га) – эталон	24.06.2024 г.	<u>55,6</u> 77,2	<u>68,1</u> 85,1	<u>59,5</u> 69,7	<u>5,9</u> 18,9	<u>50,0</u> 69,9	<u>100</u> 100
	24.07.2024 г.	<u>54,9</u> 73,8	<u>66,7</u> 83,3	<u>57,1</u> 60,9	<u>11,1</u> 13,3	<u>44,4</u> 72,4	<u>100</u> 100
Версия, МД (4,0 л/га) – эталон	24.06.2024 г.	<u>70,9</u> 81,5	<u>76,6</u> 85,6	<u>66,7</u> 73,9	<u>47,1</u> 47,4	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
	24.07.2024 г.	<u>68,4</u> 80,7	<u>74,1</u> 85,1	<u>63,3</u> 71,3	<u>44,4</u> 47,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	24.06.2024 г.	<u>68,4</u> 82,5	<u>66,0</u> 86,0	<u>64,3</u> 73,3	<u>76,5</u> 77,2	<u>75,0</u> 61,7	<u>100</u> 100
	24.07.2024 г.	<u>69,2</u> 80,6	<u>68,5</u> 83,8	<u>69,4</u> 71,1	<u>61,1</u> 76,1	<u>77,8</u> 62,6	<u>100</u> 100
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	24.06.2024 г.	<u>79,5</u> 87,3	<u>78,7</u> 89,0	<u>76,2</u> 74,8	<u>82,4</u> 89,5	<u>87,5</u> 90,0	<u>100</u> 100
	24.07.2024 г.	<u>75,9</u> 85,4	<u>74,1</u> 87,1	<u>75,5</u> 72,9	<u>72,2</u> 85,2	<u>88,9</u> 90,8	<u>100</u> 100

Примечание – * – в варианте без применения гербицида: в числителе – численность (шт./м²), в знаменателе – масса (г/м²) сорных растений; гербицид: в числителе – снижение численности сорных растений (%), в знаменателе – их массы (%).

Таблица 10 – Хозяйственная эффективность Пропонита Дуо, КЭ в посевах подсолнечника (РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения гербицида	10,3	–
Версия, МД (3,0 л/га) – эталон	15,9	5,6
Версия, МД (4,0 л/га) – эталон	17,1	6,8
Пропонит Дуо, КЭ (2,0 л/га)	16,4	6,1
Пропонит Дуо, КЭ (2,5 л/га)	17,8	7,5
НСР ₀₅	4,6	

Выводы. В условиях достаточной влажности почвы гербицид Пропонит Дуо, КЭ (пропизахлор, 720 г/л + кломазон, 30 г/л) позволяет эффективно контролировать численность однолетних двудольных и некоторых однодольных сорных растений в посевах ярового и озимого

рапса, сахарной свеклы в течение всего вегетационного периода: биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы сорняков составила 87,8–100 %. Применение препарата в засушливых условиях с недостатком почвенной влаги оказывает негативное влияние на эффективность гербицида: так, в посевах подсолнечника через месяц после обработки численность всех сорных растений снижалась на 68,4–79,5 %, их масса – на 82,5–87,3 %; проса куриного – на 64,3–76,2 %. На всех культурах получен достоверно сохраненный урожай, однако следует отметить незначительное фитотоксическое действие, проявляющееся в побелении листьев, которое исчезает в течение месяца. По результатам исследований гербицид Пропонит Дуо, КЭ включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и рекомендован для применения в посевах ярового и озимого рапса в нормах расхода 1,5–2,5 л/га, в посевах сахарной свеклы – в нормах 1,5–2,0 л/га, в посевах подсолнечника – 2,0–2,5 л/га.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – URL: <https://ggiskzr.by/reestr-szr/> (дата обращения: 16.05.2025).
2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Н. И. Hajjyieva, I. V. Bahamolava, A. N. Palazniak, A. N. Babovich
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

HERBICIDE PROPONIT DUO, EC IN INDUSTRIAL CROPS

Annotation. The results of the research on the efficiency of the herbicide Proponit Duo, EC (propisochlor 720 g/l+clomazone 30 g/l) in industrial crops (rape, sugar beet, sunflower) are presented. One month after the treatment, the number and vegetative mass of annual weeds decreased by 87.8–100%, and in sunflower - by 68.4–87.3%. A reliably saved yield was obtained for all crops; a slight phytotoxic effect of the herbicide was noted, manifested in leaves whitening, which disappeared within a month.

Key words: spring and winter rape, sugar beet, sunflower, weeds, propisochlor+clomazone, biological and economic efficiency.

Н. В. Кабзарь, М. П. Миронова

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЗАЩИТА ПОСЕВОВ ТРИТИКАЛЕ И ЯЧМЕНЯ ОЗИМЫХ ОТ ЗЛАКОВЫХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ГЕРБИЦИДОМ СТИНГРЕЙ, КЭ

Дата поступления статьи в редакцию: 25.06.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Богомолова И. В.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по биологической и хозяйственной эффективности гербицида Стингрей, КЭ (пиноксаден, 50 г/л + флоринтосет-мексил, 12,5 г/л /антидот/), производства АО Фирма «Август», Россия. Установлено, что при защите посевов тритикале озимого в фазе кущения культуры весной в нормах расхода 0,6–0,9 л/га снижение засоренности однолетними злаковыми сорными растениями составляет 77,9–85,7 % по численности и 84,1–91,5 % – по вегетативной массе, в посевах ячменя озимого – 91,7–94,4 % и 97,5–99,2 % соответственно. При норме расхода 0,9–1,2 л/га в фазе выход в трубку гибель всех однолетних злаковых сорных растений в посевах тритикале озимого составляет 75,0–81,3 %, вегетативная масса снижается на 76,1–85,1 %, ячменя озимого – 85,7–92,9 % и 97,4–98,7 %. На основании результатов исследований гербицид Стингрей, КЭ включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Ключевые слова: тритикале озимое, ячмень озимый, сорные растения, гербицид, эффективность, урожайность.

Введение. В современных условиях наращивание производства зерна невозможно без внедрения всех элементов технологии возделывания культур. Одним из факторов, сдерживающих рост урожайности зерновых культур, является засоренность посевов, которая возрастает из-за несоблюдения организационно-хозяйственных мероприятий. Обеспечение оптимального фитосанитарного состояния посевов позволяет растениям использовать все факторы жизнедеятельности и формировать высокие урожаи с хорошим качеством.

По данным маршрутных обследований РУП «Институт защиты растений» посевов тритикале озимого перед уборкой урожая установлено, что на долю двудольных видов сорных растений приходится 63–68 %, на долю злаковых – 32–37 %, в посевах ячменя озимого 46–53 % и 47–54 % от общей засоренности соответственно.

Злаковые виды в основном представлены метлицей обыкновенной (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), мятликом однолетним (*Poa annua* L.), просом куриным (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), видами щетинника

(*Setaria* spp.) и пыреем ползучим (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Преобладающим злаковым сорным растением в посевах озимых зерновых культур является метлица обыкновенная. Так, в посевах тритикале озимого на долю метлицы обыкновенной приходится 36–50 % от всех злаковых сорных растений, в посевах ячменя озимого – 22–47 %.

Потери урожайности при произрастании в посевах тритикале озимого 5 растений/м² метлицы обыкновенной составляют – 2,6–6,1 %; 10 – 10,5–16,6 %; 20 – 17,9–24,5 %; 25 – 19,6–31,5 %. Биологический порог вредоносности метлицы обыкновенной в посевах тритикале озимого составляет 10–14 шт./м² или 16–31 метелки/м² [3].

Для борьбы со злаковыми сорными растениями в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в посевах тритикале озимого включено 10 гербицидов, ячменя озимого – 3 [1].

Целью наших исследований являлось изучение эффективности нового гербицида Стингрей, КЭ, АО Фирма «Август», Россия для борьбы с однолетними злаковыми сорными растениями в посевах тритикале и ячменя озимых, содержащий в своем составе пиноксаден, 50 г/л и клоквинтосет-мексил, 12,5 г/л /антидот/. Пиноксаден относится к химическому классу фенилпиразолов, обладает системным действием, проникает в растения через листья, транспортируется акропетально и базипетально. Гербицид Стингрей, КЭ быстро проникает в сорные растения, в значительной мере устраняя их конкуренцию для культуры практически через сутки. Полное отмирание злаковых сорных растений происходит через 10–15 дней и позднее, в зависимости от погодных условий. Гербицид устойчив к осадкам уже в течение часа после обработки. Он не имеет ограничений в севообороте. После обработки чувствительные сорные злаки, на которые попал гербицид Стингрей, КЭ отмирают и участок освобождается от них на 3–4 недели [6].

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке эффективности гербицидов проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район) в посевах тритикале озимого сорта Гренадо (2023 г.) и сорта Тоledo (2024 г.), а также в посевах ячменя озимого сорта Дипло (2024 г.).

Почва опытного участка, используемого под посев тритикале озимого, дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 1,86 %, обеспеченностью P₂O₅ – 269 и K₂O – 230 мг/кг почвы и кислотностью 4,86. Предшественник – яровые зерновые культуры. Агротехника возделывания культуры – общепринятая для Центральной агроклиматической зоны Беларуси. Посев проводился в третьей декаде сентября с нормой высева 220 кг/га. Площадь опытной делянки – 16,5 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок двухрядное рендомизированное (2023 г.) и однорядное последовательное (2024 г.). Против двудольных сорных растений проводили фоновую обработку баковой смесью гербицидов

Магнум, ВДГ (метсульфурон-метил, 600 г/кг) + Балерина, СЭ (2,4-Д кислота, 410 г/л в виде сложного 2-этилгексилового эфира + флорасулам, 7,4 г/л) – 5 г/га + 0,3 л/га. Против мучнистой росы (2023 г.) вносили фунгицид Замир Топ, КЭ (фенпропидин, 150 г/л + прохлораз, 200 г/л + тебуконазол, 100 г/л) – 1,0 л/га; в 2024 г. фунгицид Титул Дуо, ККР (пропиконазол, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,32 л/га.

Посев ячменя озимого проводили на дерново-подзолистой легко-суглинистой почве с содержанием гумуса 2,32 %, обеспеченностью P_2O_5 – 368 и K_2O – 318 мг/кг почвы и кислотностью 5,75. Предшественник – пшеница яровая. Посев проводился во второй декаде сентября с нормой высева 220 кг/га. Площадь опытной делянки – 16,5 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок двухрядное рендомизированное. Против двудольных сорных растений проводили фоновую обработку гербицидом Пиксель, МД (тифенсульфурон метил, 90 г/л + флуметсулам, 24 г/л + флорасулам, 18 г/л) – 0,3 л/га, против ринхоспориоза вносили фунгицид Колосаль Про, КМЭ (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,4 л/га.

Посевы обрабатывали наспинным опрыскивателем «Euro Pulve» в фазе кущения культуры весной с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га. Учеты сорных растений проводили до обработки (количественный) и через 30 дней после применения гербицидов (количественно-весовой) в соответствии с методическими указаниями [4, 5]. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием поделяночно комбайном «HALDRUP C-85». Данные опытов обрабатывали методом дисперсионного анализа [2] и с помощью программы Microsoft Excel.

Метеорологические условия в годы исследований различались. В апреле (2023 г.) на момент внесения гербицида Стингрей, КС установилась теплая погода, с достаточным количеством осадков. Среднемесячная температура воздуха составляла 8,3 °С (при норме 7,2 °С), сумма осадков за месяц была равна 44,6 мм (или 106,2 % от нормы). Температура воздуха в мае – июле была близкой к среднееголетним показателям с недостаточным количеством осадков. Следует отметить, что в третьей декаде мая и первой декаде июня полностью отсутствовали осадки, что негативно отразилось на эффективности испытываемого гербицида, а также на состоянии культурных и сорных растений (частичная потеря тургора, развитие воскового налета у сорных растений на листовой пластинке).

В апреле 2024 г. осадков выпало в два раза больше среднееголетних значений (95,0 мм или 226,2 % от нормы). Среднемесячная температура воздуха в апреле и мае была близка к среднееголетним показателям. Май характеризовался недостаточным количеством осадков (12,0 мм при норме 65,0 мм), а вторая декада месяца их полным

отсутствием. В июне и июле температура воздуха была на уровне или незначительно превышала среднемноголетние значения (18,4 °С), количество выпавших осадков также было близко к средним многолетним показателям и составляло 87,0 мм и 94,8 мм соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение. В посевах тритикале озимого до внесения гербицидов в фазе кушения культуры (2023 г.) произрастали: метлица обыкновенная – 22,5–27,5 шт./м², мятлик однолетний – 26,0–45,0 шт./м². Численность всех однолетних злаковых сорных растений составила 49,5–67,5 шт./м². На момент применения гербицидов сорные растения находились в фазе кушения.

В результате применения гербицида Стингрей, КЭ метлица обыкновенная погибла на 84,0–100 %, ее масса уменьшилась на 89,3–100 %. Численность мятлика однолетнего снизилась на 74,4–77,0 %, вегетативная масса – на 77,7–81,3 %. Гибель всех однолетних злаковых сорных растений от применения гербицида Стингрей, КЭ составила 77,9–85,0 %, вегетативная масса снизилась на 84,1–91,5 % (при засоренности в варианте без применения гербицидов – 68,0 шт./м² с вегетативной массой – 124,0 г/м²) (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Стингрей в посевах тритикале озимого через месяц после применения гербицидов в фазе кушения культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант		Снижение численности и массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов			Урожайность, ц/га
		метлицы обыкновенной	мятлика однолетнего	всех однолетних злаковых	
2023 г.					
Без применения гербицидов	шт./м²	25,0	43,0	68,0	76,3
	г/м²	68,0	56,0	124,0	
Стингрей, КЭ – 0,6 л/га		84,0	74,4	77,9	80,3
		89,3	77,7	84,1	
Стингрей, КЭ – 0,9 л/га		100	77,0	85,0	81,9
			81,3	91,5	
2024 г.					
Без применения гербицидов	шт./м²	12,5	8,5	21,0	97,6
	г/м²	37,8	24,5	62,3	
Стингрей, КЭ – 0,6 л/га		92,0	64,7	81,0	101,6
		94,7	71,4	85,5	
Стингрей, КЭ – 0,9 л/га		96,0	70,6	85,7	103,1
		98,7	75,5	89,6	

В 2024 г. засоренность опытного участка однолетними злаковыми сорными растениями составила 11,5–17,5 шт./м², в т. ч. метлицей обыкновенной – 7,5–10,5 шт./м² и мятликом однолетним – 4,0–7,0 шт./м².

При применении гербицида Стингрей, КЭ метлица обыкновенная погибла на 92,0–96,0 %, ее масса уменьшилась на 94,7–98,7 %, мятлик

однолетний – на 64,7–70,6 % и 71,4–75,5 % соответственно. Численность всех однолетних злаковых сорных растений уменьшилась на 81,0–85,7 %, вегетативная масса снизилась на 85,5–89,6 %.

Средняя урожайность в 2023 г. составила 80,3–81,9 ц/га, в 2024 г. – 101,6–103,1 ц/га, что позволило сохранить 4,0–5,6 ц/га и 4,0–5,5 ц/га зерна соответственно.

До внесения гербицида Стингрей, КЭ в фазу выход в трубку тритикале озимого общая численность однолетних злаковых сорных растений составляла 16,5–17,5 шт./м², в т.ч. метлицы обыкновенной – 7,5–10,5 шт./м², мятлика однолетнего – 5,5–7,0 шт./м².

Через месяц после применения гербицида Стингрей, КЭ численность метлицы обыкновенной снизилась на 85,0–90,0 %, масса уменьшилась на 84,7–92,8 %, мятлика однолетнего – на 58,3–66,7 % и 63,9–74,2 % соответственно. Гибель всех однолетних злаковых сорных растений составила 75,0–81,3 %, вегетативная масса уменьшилась на 76,1–85,1 %. Средняя урожайность была на уровне 102,5–102,8 ц/га, что позволило сохранить 4,9–5,2 ц/га зерна (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность гербицида Стингрей в посевах тритикале озимого через месяц после применения гербицидов в фазе выход в трубку культуры (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант		Снижение численности и массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов			Урожайность, ц/га
		метлицы обыкновенной	мятлика однолетнего	всех однолетних злаковых	
Без применения гербицидов	шт./м ²	10,0	6,0	16,0	97,6
	г/м ²	55,5	38,8	94,3	
Стингрей, КЭ – 0,9 л/га		85,0	58,3	75,0	102,5
		84,7	63,9	76,1	
Стингрей, КЭ – 1,2 л/га		90,0	66,7	81,3	102,8
		92,8	74,2	85,1	

В посевах ячменя озимого до внесения гербицидов (2024 г.) в фазе кушения культуры количество всех однолетних злаковых сорных растений составило 12,5–15,5 шт./м², в т.ч. метлицы обыкновенной – 7,0–9,5 шт./м², мятлика однолетнего – 5,0–8,0 шт./м². Сорные растения находились в фазе 2 листа – кушение.

В результате применения гербицида Стингрей, КЭ метлица обыкновенная погибла на 90,9–95,5 %, ее масса уменьшилась на 97,6–99,4 %. Численность мятлика однолетнего снизилась на 92,9 %, вегетативная масса – на 97,2–98,6 %. Гибель всех однолетних злаковых сорных растений от применения гербицида Стингрей, КЭ составила 91,7–94,4 %, вегетативная масса уменьшилась на 97,5–99,2 % (при засоренности в варианте без применения гербицидов – 18,0 шт./м² с вегетативной массой 59,0 г/м²) (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицида Стингрей в посевах ячменя озимого через месяц после применения гербицидов (полевой опыт, РУП « Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант		Снижение численности и массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов			Урожайность, ц/га
		метлицы обыкновенной	мятлика однолетнего	всех однолетних злаковых	
Внесение гербицида в фазе кушения культуры					
Без применения гербицидов	шт./м²	11,0	7,0	18,0	80,4
	г/м²	41,0	18,0	59,0	
Стингрей, КЭ – 0,6 л/га		90,9 97,6	92,9 97,2	91,7 97,5	85,5
Стингрей, КЭ – 0,9 л/га		95,5 99,4	92,9 98,6	94,4 99,2	86,1
Внесение гербицида в фазе выход в трубку культуры					
Без применения гербицидов	шт./м²	12,0	9,0	21,0	80,4
	г/м²	51,0	27,0	78,0	
Стингрей, КЭ – 0,9 л/га		83,3 97,1	88,9 98,1	85,7 97,4	85,0
Стингрей, КЭ – 1,2 л/га		91,7 98,5	94,4 99,1	92,9 98,7	85,8

До внесения гербицида в фазе выход в трубку культуры произрастали метлица обыкновенная (8,5–10,0 шт./м²) и мятлик однолетний (6,0–7,5 шт./м²). Общая засоренность опытного участка однолетними злаковыми сорными растениями составила 15,0–16,5 шт./м². На момент применения гербицидов сорные растения находились в фазе кушения.

Под действием гербицида Стингрей, КЭ метлица обыкновенная погибла на 83,3–91,7 %, ее масса уменьшилась на 97,1–98,5 %, мятлик однолетний – на 88,9–94,4 % и 98,1–99,1 % соответственно. Гибель всех однолетних злаковых сорных растений составила 85,7–92,9 %, вегетативная масса снизилась на 97,4–98,7 %.

Применение гербицида Стингрей, КЭ в посевах ячменя озимого в фазе кушения культуры позволило получить 85,5–86,1 ц/га зерна, в фазе выход в трубку – 85,0–85,8 ц/га, при урожайности в варианте без применения гербицида – 80,4 ц/га. Сохраненная урожайность составила 5,1–5,7 ц/га и 4,6–5,4 ц/га зерна.

Закключение. Таким образом, в течение двухлетних исследований (2023–2024 гг.) установлено, что гербицид Стингрей, КЭ эффективен в защите посевов тритикале и ячменя озимых против однолетних злаковых сорных растений при опрыскивании посевов весной в фазе кушения культуры в норме расхода 0,6–0,9 л/га и в фазе выход в трубку в норме расхода 0,9–1,2 л/га. На основании результатов исследований гербицид включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – URL: <https://ggiskrz.by/reestr-szr/> (дата обращения: 07.04.2025).
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кабзарь, Н. В. Биологический порог вредоносности метлицы обыкновенной в посевах тритикале озимого в Беларуси / Н. В. Кабзарь // Современные технологии с.-х. производства : сб. науч. ст. по материалам XXV Междунар. науч.-практ. конф. : Агрономия. Защита растений (Гродно, 23 марта 2022 г.) / М-во сел. хоз-ва и продовольствия РБ, Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2022. – С. 65–67.
4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
5. Методические указания по оценке эффективности гербицидов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений, Белорус. гос. технол. ун-т ; под ред.: Е. А. Якимович, С. В. Сороки. – Минск : Колоград, 2024. – 139 с.
6. Стингрей, гербицид // AVGUST. – URL: <https://avgust.com/products/rf/stingrey/> (дата обращения: 11.03.2025).

N. V. Kabzar, M. P. Mironova

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

PROTECTION OF WINTER TRITICALE AND BARLEY FROM GRASS WEEDS WITH THE HERBICIDE STINGRAY, EC

Annotation. The paper presents the results of the research on the biological and economic efficiency of the herbicide Stingray, EC (pinoxaden, 50 g/l + cloquintocet-mexil, 12,5 g/l /antidote/), produced by the Avgust company, Russia. It's established that when protecting winter triticale at the tillering stage in spring with the application rate of 0,6–0,9 l/ha, the reduction of annual grass weeds infestation amounts to 77,9–85,7% in terms of number and 84,1–91,5% – in terms of the vegetative mass; in winter barley it is 91,7–94,4% and 97,4–98,7 respectively. With the application rate of 0,9–1,2 l/ha at the elongation stage the death of all annual grass weeds in winter triticale is 75,0–81,3 %, the vegetative mass decreases by 76,1–85,1%; in winter barley – 85,7–92,9% and 97,4–98,7 %. Based on the findings, the herbicide Stingray, EC is included in the State Register of Plant Protection Products and Fertilizers permitted for the use in the Republic of Belarus.

Key words: winter triticale, winter barley, weeds, herbicide, efficiency, yield.

Е. А. Якимович

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА И ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 23.05.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Переверзева Ю. Н.

Аннотация. Многолетние исследования по изучению и внедрению в медоносно-семеноводческом направлении такой культуры как фацелия пижмолистная в условиях Республики Беларусь позволило предложить элементы технологий возделывания, при которой фермеры, пчеловоды могут создавать непрерывно цветущие массивы, позволяющие не только повышать продуктивность пасек, но и получать товарные семена, которые после доработки можно реализовать. В среднем за 2023–2024 гг. максимальную урожайность семян при рядовом посеве (15 см) обеспечила норма высева культуры в размере 12 кг/га с проведением прополки гербицидом мезотрион, 480 г/л (Эгида, СК® (0,2–0,3 л/га) – 8,49–8,63 ц/га урожая семян. Прополка является существенным резервом получения более высоких урожаев данной культуры, поскольку на засоренных участках урожайность семян фацелии составляла 5,86–6,84 ц/га.

Ключевые слова: фацелия пижмолистная, *Phacelia tanacetifolia* Benth., норма высева, сорные растения, гербициды, урожайность семян.

Введение. Пчеловодство играет важную роль в повышении урожайности многих сельскохозяйственных культур, развитии семеноводства кормовых трав, рациональном использовании природных богатств при производстве продуктов питания, промышленного сырья, а также эффективных медицинских препаратов [1].

Вместе с тем пчеловодство неразрывно связано с ведущими отраслями растениеводства, в которых выращивается значительное количество видов энтомофильных растений, многие из которых относятся к числу медоносных культур. Поэтому опыление цветов энтомофильных растений пчелами должно быть обязательным элементом технологии получения высоких урожаев [2, 3, 4].

Одной из задач пчеловодов является создание конвейера растений-медоносов, выделяющих большое количество нектара и пыльцы, с продолжительным периодом цветения [5, 6]. В последнее время этой теме уделяется недостаточно внимания, в связи с этим весьма актуально изучение такой культуры как фацелия пижмолистная, которая является ценной медоносной и кормовой культурой [5, 6, 7].

Среди агротехнических приемов, которые способствуют формированию продуктивных посевов фацелии с целью получения товарного меда и семян, большое значение имеет норма высева данной культуры, поскольку ее урожайность может снижаться как при загущенных, так и при изреженных посевах. Густота стояния растений, их площадь питания являются важными и значимыми элементами технологии возделывания данной культуры [8].

Вопрос о количестве семян фацелии для посева вызывает разногласия, причем нормы колеблются достаточно сильно. Следует учесть, что на всхожесть фацелии кроме нормы высева весьма значительно влияют качество почвы и разделка, внесение удобрений и время посева. Литературные данные по нормам высева фацелии пижмолистной немногочисленны и часто относятся к публикациям прошлого века [6, 9].

Оптимальное распределение растений фацелии на площади позволяет снизить конкуренцию, обеспечивает равный доступ к питанию, влаге, солнечному свету и влияет на формирование качественных семян. При изреженных посевах увеличивается количество сорных растений, продуктивный стеблестой к уборке не достигает оптимальных значений. Применение неоправданно высоких посевных норм приводит к формированию излишней биомассы и загущению посевов [8, 9].

На почвах плодородных, хорошо разделанных, достаточно брать на гектар не более 6–8 кг хороших семян, на почвах же средних или даже плохих, на которых фацелия обычно высевается, норму эту можно увеличить до 10–12–16 кг. Чем хуже разделана почва, чем позже производится посев и чем ненадежнее семена, тем больше требуется их на единицу площади [6, 9].

По литературным данным лучшим способом посева фацелии в производственных условиях для создания медоносной базы считается сплошной, рядовой посев. При этом норма высева, прежде всего, зависит от уровня плодородия почв [6, 9]. Норма высева семян на хорошо удобренных почвах при широкорядном посеве 6–8 кг/га, при обычном рядовом – 10–12 кг семян на 1 га. На более бедных почвах при сплошном и летнем посеве норма высева семян увеличивается до 14–16 кг, при позднем севе – до 16–18 кг [6].

По данным польских фермеров-пчеловодов на более плодородных участках можно сеять фацелию в норме 8–10 кг/га, на более бедных – в пределах 10–15 кг/га [10].

В Беларуси не отмечено опубликованных научных статей по нормам высева семян фацелии на дерново-подзолистых почвах для получения

качественных семян; отсутствуют данные по внесению в посевах фацелии гербицидов с почвенной активностью (с 2023 г. в «Главном государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» гербицид Эгида, СК (мезотрион, 480 г/л) получил регистрацию для применения в посевах данной культуры (внесение до всходов).

Поэтому целью исследований являлось определение особенностей формирования семенной продуктивности фацелии пижмолистной при различных нормах высева и с/без проведения прополки гербицидом на основе мезотриона.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в РУП «Институт защиты растений» в 2023–2024 гг. в посевах фацелии пижмолистной сорта Медуница.

Почва дерново-подзолистая, легкосуглинистая; содержание гумуса: 2,0 % (2023), 1,94 % (2024); кислотность почвы: 6,38 (2023), 5,48 (2024); обеспеченность макроэлементами: P_2O_5 – 308, K_2O – 354 мг/кг почвы (2023); P_2O_5 – 401, K_2O – 342 мг/кг почвы (2024). Всхожесть семян: 78,5 % (2023), 75,0 % (2024 г.).

Предшественник: сахарная свекла (2023), черный пар (2024). Внесение удобрений (в %): $N_8P_{19}K_{29}S_3$ по 400 кг/га в физическом весе. Ширина междурядий – 15 см. Срок сева – 21.04.2023; 29.04.2024.

Площадь делянки – 10,8 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок – последовательное.

На основании литературных данных и личного опыта были выбраны две нормы высева фацелии пижмолистной – 12 и 15 кг/га.

Обработка гербицидом Эгида, СК (мезотрион, 480 г/л) в нормах 0,2 и 0,3 л/га была проведена после высева фацелии (23.04.2023; 30.04.2024) до появления всходов культуры.

В условиях 2024 г. в связи с высокой засоренностью, кроме применения гербицида Эгида, СК, проводились фоновые обработки против однодольных сорных растений (20.05.2024 г.) гербицидом Миура, КЭ (1,0 л/га); против видов ромашки, осота, горца (24.05.2024 г.) – Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га).

За ростом и развитием фацелии проводили визуальные и количественно-весовые наблюдения.

Исследования по изучению эффективности гербицида проводили в соответствии с «Методическими указаниями ...» [11]. Гербицид вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» (2023 г.) и «EURO – PULVE» (2024 г.). Расход рабочего раствора 400 л/га.

После внесения гербицида выполняли следующие учеты засоренности: количественный учет засоренности – 17.05.2023; 28.05.2024, количественно-весовой учет засоренности – 11.06.2023; 26.06.2024.

Уборка урожая семян проводилась с помощью комбайна Haldrup C-85 03.08.2023 и 01.08.2024. Урожай пересчитывался в ц/га [12]. Математическая обработка данных выполнялась с использованием компьютерных программ Excel и Oda.

Погодные условия 2023 г. способствовали росту и развитию фацелии пижмолистной (таблица 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели за вегетационный период 2023 г. (по данным метеостанции аг. Прилуки, Минский р-н)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм		
		средняя много-летняя	среднее за декаду	отклонение от нормы	среднее много-летнее	сумма за декаду	в % от нормы
Апрель	1	4,7	5,8	1,1	14,0	23,8	170,0
	2	7,2	9,4	2,2	14,0	8,4	60,0
	3	9,6	9,8	0,2	14,0	12,4	88,6
	среднее	7,2	8,3	1,1			
	сумма				42,0	44,6	106,2
Май	1	11,6	7,9	-3,7	20,0	6,2	31,0
	2	13,4	15,3	1,9	20,0	0,6	3,0
	3	14,8	16,4	1,6	25,0	0	0
	среднее	13,3	13,2	-0,1			
	сумма				65,0	6,8	10,5
Июнь	1	15,6	15,7	0,1	26,0	0	0
	2	16,4	19,9	3,5	30,0	0,2	0,7
	3	17,1	19,6	2,5	33,0	28,8	87,3
	среднее	16,4	18,4	2,0			
	сумма				89,0	30,0	33,7
Июль	1	17,9	18,5	0,6	31,0	11,0	35,5
	2	18,6	19,3	0,7	30,0	1,0	3,3
	среднее	18,3	18,9	0,6			
	сумма				61,0	12,0	19,7

В целом в апреле установилась теплая погода, с достаточным количеством осадков. Средняя месячная температура воздуха составляла 8,3 °С (при норме 7,2 °С), сумма осадков за месяц была равна 44,6 мм (или 106,2 % от нормы) при среднемноголетних показателях 42,0 мм. Средняя температура воздуха в мае была близкой к среднемноголетним показателям и составляла 13,2 °С при норме 13,3 °С, осадков выпало ниже среднемноголетней нормы – 6,8 мм при норме 65,0 мм. Июнь характеризовался повышенным температурным режимом (средняя

температура воздуха составляла 18,4 °С при норме 16,4 °С) с недостаточным количеством осадков (30,0 мм при месячной норме 89,0 мм). В отдельные дни отмечалась потеря тургора, как у культурных, так и у сорных растений. В июле (1 и 2 декады месяца) установилась теплая погода с недостаточным количеством осадков.

В апреле 2024 г. установилась теплая погода, с повышенным количеством осадков. Среднемесячная температура воздуха составляла 9,0 °С (при норме 7,2 °С), сумма осадков за месяц была равна 95,0 мм (или 226,2 % от нормы) при среднеголетних показателях 42,0 мм. Средняя температура воздуха в мае была близка к среднеголетним показателям и составляла 14,7 °С (норма 13,3 °С), с недостаточным количеством осадков (12,0 мм при норме 65,0 мм). Вторая декада мая характеризовалась полным отсутствием осадков, что негативно отразилось на эффективности испытываемых гербицидов, а также на состоянии культурных и сорных растений (частичная потеря тургора, развитие воскового налета у сорных растений на листовой пластинке) (таблица 2).

Таблица 2 – Метеорологические данные за период апрель – июль 2024 г. (метеостанция аг. Прилуки, Минский р-н)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм		
		средняя много-летняя	среднее за декаду	откло-нение от нормы	среднее много-летнее	сумма за декаду	в % от нормы
Апрель	1	4,7	10,6	5,9	14,0	41,0	292,9
	2	7,2	7,6	0,4	14,0	14,4	102,9
	3	9,6	8,8	-0,8	14,0	39,6	282,9
	среднее	7,2	9,0	1,8			
	сумма				42,0	95,0	226,2
Май	1	11,6	11,8	0,2	20,0	8,0	40,0
	2	13,4	13,1	-0,3	20,0	0	0
	3	14,8	19,3	4,5	25,0	4,0	16,0
	среднее	13,3	14,7	1,5			
	сумма				65,0	12,0	18,5
Июнь	1	15,6	17,1	1,5	26,0	32,2	123,9
	2	16,4	17,7	1,3	30,0	54,6	182,0
	3	17,1	21,0	3,9	33,0	0,2	0,6
	среднее	16,4	18,6	2,2			
	сумма				89,0	87,0	97,8
Июль	1	17,9	19,5	1,6	31,0	23,8	76,7
	2	18,6	23,0	4,4	30,0	4,0	13,3
	3	18,9	19,5	0,6	28,0	67,0	239,3
	среднее	18,5	20,7	2,2			
	сумма				89,0	94,8	106,5

Июнь характеризовался несколько повышенным температурным режимом (средняя температура воздуха составляла 18,6 °С при норме 16,4 °С), количество выпавших осадков было близко к средним многолетним показателям и составляло 87,0 мм при норме 89,0 мм. В июле температура воздуха и количество выпавших осадков незначительно превышали среднемноголетние значения. Так, температура воздуха в июле составляла 20,7 °С (при норме 18,5 °С), количество выпавших осадков – 94,8 мм (при норме 89,0 мм).

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях 2023 г. через месяц после обработки в посевах доминировала марь белая (таблица 3). Более высокая засоренность отмечалась при норме высева культуры 15 кг/га – 139,0 шт./м², при норме 12 кг/га она составляла 125 шт./м².

В целом учеты показали, что эффективность гербицида при двух нормах высева была схожей и через 30 дней после обработки численность мари белой снижалась при применении Эгиды, СК в норме 0,2 л/га на 31,7–36,0 %; в норме 0,3 л/га – на 64,0–66,2 % (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Снижение численности мари белой, %
учет через 30 дней после обработки (1-й учет – 17.05.2023 г.)	
норма высева 12 кг/га	
Вариант без обработки, шт./м ²	125,0
Эгида, СК – 0,2 л/га	36,0
Эгида, СК – 0,3 л/га	64,0
норма высева 15 кг/га	
Вариант без обработки, шт./м ²	139,0
Эгида, СК – 0,2 л/га	31,7
Эгида, СК – 0,3 л/га	66,2

Проведение учетов через 60 дней после обработки показало, что внесение гербицида Эгида, СК в норме 0,2 л/га снизило численность мари белой на 55,6–56,3 %, массу – на 45,0–47,7 %. Эгида, СК в норме 0,3 л/га более эффективно подавляла марь белую: на 61,1–66,4 % по численности и на 68,2–75,0 % по массе (таблица 4).

В 2024 г. при общей численности сорных растений при норме высева фацелии 12 кг/га в варианте без применения гербицида было отмечено 320,0 шт./м² сорных растений, в т. ч. 315,0 шт./м² – мари белой и 5 шт./м² – пастушьей сумки; при норме высева 15 кг/га при общей засоренности 348,5 шт./м² численность мари белой составляла 343,5, пастушьей сумки – 5,0 шт./м² (таблица 5).

Таблица 4 – Эффективность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант		Снижение численности мари белой, % Снижение массы мари белой, %
учет через 60 дней после обработки (2-й учет – 11.06.2023 г.)		
норма высева 12 кг/га		
Вариант без обработки	шт./м ²	58,0
	г/м ²	52,0
Эгида, СК – 0,2 л/га		55,6 45,0
Эгида, СК – 0,3 л/га		61,1 75,0
норма высева 15 кг/га		
Вариант без обработки	шт./м ²	59,5
	г/м ²	53,5
Эгида, СК – 0,2 л/га		56,3 47,7
Эгида, СК – 0,3 л/га		66,4 68,2

Таблица 5 – Эффективность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант	Снижение численности сорняков, %		
	мари белой	пастушьей сумки	всего
учет через 30 дней после обработки (1-й учет) – 28.05.2024 г.			
норма высева 12 кг/га			
Вариант без обработки, шт./м ²	315,0	5,0	320,0
Эгида, СК – 0,2 л/га	73,7	100,0	74,1
Эгида, СК – 0,3 л/га	73,8	100,0	74,2
норма высева 15 кг/га			
Вариант без обработки, шт./м ²	343,5	5,0	348,5
Эгида, СК – 0,2 л/га	69,9	100,0	70,3
Эгида, СК – 0,3 л/га	74,8	100,0	75,2

При норме высева 12 кг/га эффективность гербицида Эгида, СК в норме 0,2 л/га составила против мари белой – 73,7 %, в норме 0,3 л/га – 73,8 %. Общая эффективность гибели малолетних двудольных сорных растений при внесении гербицида составила 74,1 и 74,2 %. В норме высева 15 кг/га эффективность гербицида Эгида, СК в норме 0,2 л/га составила против мари белой – 69,9 %, в норме 0,3 л/га эффективность увеличилась до 74,8 %. Пастушья сумка в обоих нормах погибала полностью. Общая эффективность гибели малолетних двудольных сорных растений при внесении гербицида составила 70,3 и 75,2 %.

Учеты показали, что через 2 месяца засоренность в варианте без обработки была на одном уровне и составляла от 246,5 до 247,5 шт./м² (таблица 6).

Таблица 6 – Эффективность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант		Снижение численности сорняков, %		
		Снижение массы сорняков, %		
		марь белой	пастушьей сумки	всего
учет через 60 дней после обработки (2-й учет) – 26.06.2024 г.				
норма высева 12 кг/га				
Вариант без обработки,	шт./м ²	243,0	3,5	246,5
	г/м ²	840,5	16,5	857,0
Эгида, СК – 0,2 л/га		88,9	100,0	89,0
		78,8	100,0	79,2
Эгида, СК – 0,3 л/га		88,3	100,0	88,4
		80,1	100,0	80,5
норма высева 15 кг/га				
Вариант без обработки,	шт./м ²	243,5	4,0	247,5
	г/м ²	1088,5	16,0	1104,5
Эгида, СК – 0,2 л/га		86,7	100,0	86,9
		78,1	100,0	78,4
Эгида, СК – 0,3 л/га		86,0	100,0	86,3
		80,2	100,0	80,5

Пастушья сумка погибала полностью, марь белая в норме высева 12 кг/га на 88,3–88,9 %, в норме высева 15 кг/га – на 86,0–86,7 %. Общая гибель сорных растений составила 88,4–89,0 % (12 кг/га) и 86,3–86,9 % (15 кг/га).

В 2023 г. учеты, проведенные на 30 день после обработки показали, что при внесении препарата отмечалось снижение массы фацелии на 28,9–31,3 г/м² (при высеве культуры 12 кг/га) и колебания по массе от –24,2 до +15,4 г/м² (15 кг/га). Данные показатели находятся в пределах ошибки опыта (таблица 7).

Учет, проведенный на 60 день после обработки также демонстрирует, что при внесении гербицида отмечалось определенное угнетающее действие на культуру в пределах снижения численности растений на 11,6–12,1 шт./м² при норме высева 12 кг/га и колебания от –6,3 до +2,8 шт./м² при 15 кг/га. Также при внесении гербицида Эгида, СК отмечалось снижение массы фацелии с 1 м² на 20,1–68,8 г/м² при высеве культуры 12 кг/га и увеличение веса на 55,5–60,9 г/м² при норме 15 кг/га. Все данные показатели находятся в пределах ошибки опыта (таблица 7).

В 2024 г. учеты, проведенные на 30 день после обработки показали, что при внесении гербицида отмечалось повышение численности растений фацелии на 6,7–8,4 г/м² (при высеве культуры 12 кг/га)

и на 6,3–12,0 г/м² (15 кг/га) и увеличение их массы на 46,6–47,5 и 47,3–58,2 г/м² соответственно. Данные показатели находятся в пределах ошибки опыта (таблица 8).

Таблица 7 – Фитотоксичность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Учет 17.05.2023 г.		Учет 13.06.2023 г.			
	масса, г/м ²	+/- к варианту без обработки	количество, шт./м ²	+/- к варианту без обработки	масса, г/м ²	+/- к варианту без обработки
12 кг/га						
Вариант без обработки	235,7	-	60,8	0,0	657,5	-
Эгида, СК – 0,2 л/га	206,8	-28,9	49,2	-11,6	637,5	-20,1
Эгида, СК – 0,3 л/га	204,4	-31,3	48,7	-12,1	538,7	-68,8
НСР ₀₅	47,47		12,96		93,70	
15 кг/га						
Вариант без обработки	247,5	-	73,7	0,0	531,4	-
Эгида, СК – 0,2 л/га	223,3	-24,2	67,4	-6,3	586,9	+55,5
Эгида, СК – 0,3 л/га	262,9	+15,4	76,5	+2,8	592,3	+60,9
НСР ₀₅	58,89		31,46		64,37	

Таблица 8 – Фитотоксичность гербицидов в посевах фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Вариант	Учет 28.05.2024 г.			
	количество, шт./м ²	+/- к варианту без обработки	масса, г/м ²	+/- к варианту без обработки
12 кг/га				
Вариант без обработки	106,7	-	169,0	-
Эгида, СК – 0,2 л/га	115,1	+8,4	216,5	+47,5
Эгида, СК – 0,3 л/га	113,4	+6,7	215,6	+46,6
НСР ₀₅	15,14		25,49	
15 кг/га				
Вариант без обработки	100,4	-	141,2	-
Эгида, СК – 0,2 л/га	106,7	+6,3	188,5	+47,3
Эгида, СК – 0,3 л/га	112,4	+12,0	199,4	+58,2
НСР ₀₅	18,47		42,26	

В 2023 г. в среднем по нормам высева максимальная урожайность семян была получена при норме высева 12 кг/га при внесении гербицида Эгида, СК в норме 0,2–0,3 л/га – 9,58–9,67 ц/га, в норме 15 кг/га также получены максимальные показатели – 8,54–8,69 ц/га (существенное

превышение HCP_{05} по отношению к варианту без обработки). На что и указывают средние данные по внесению препаратов: в варианте без обработки урожайность составляла 7,81 ц/га, при внесении гербицида Эгида, СК – 9,06–9,18 ц/га ($HCP_{05} = 0,499$) (таблица 9).

В среднем, результаты показывают, что норма 12 кг/га обеспечила достоверное превышение урожайности по сравнению с нормой 15 кг/га: 9,29 и 8,07 ц/га ($HCP_{05} = 0,611$).

Таблица 9 – Урожайность семян фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Приемы ухода (А)	Урожайность семян в зависимости от нормы высева фацелии (В), ц/га		Средние по фактору А $HCP_{05} = 0,499$
	12 кг/га	15 кг/га	
Вариант без обработки	8,62	6,99	7,81
Эгида, СК – 0,2 л/га	9,58	8,54	9,06
Эгида, СК – 0,3 л/га	9,67	8,69	9,18
Средние по фактору В $HCP_{05} = 0,611$	9,29	8,07	

HCP_{05} для сравнения частных средних = 0,864

В 2024 г. в среднем по нормам высева максимальная урожайность семян была получена при норме высева 12 кг/га при внесении гербицида Эгида, СК в норме 0,2–0,3 л/га – 7,40–7,59 ц/га, в норме 15 кг/га также получены максимальные показатели – 6,61–7,07 ц/га (существенное превышение HCP_{05} по отношению к варианту без обработки), однако разница по нормам высева в данном случае незначительна, поскольку, результаты показывают, что норма 12 кг/га обеспечила получение 6,69 ц/га, норма 15 кг/га – 6,13 ц/га ($HCP_{05} = 0,659$).

Гербицид был достаточно эффективен: в варианте без обработки урожайность составляла 4,89 ц/га, при внесении гербицида Эгида, СК (0,2–0,3 л/га) – 7,10–7,24 ц/га ($HCP_{05} = 0,538$) (таблица 10).

Таблица 10 – Урожайность семян фацелии пижмолистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Приемы ухода (А)	Урожайность семян в зависимости от нормы высева (В) фацелии, ц/га		Средние по фактору А $HCP_{05} = 0,538$
	12 кг/га	15 кг/га	
Вариант без обработки	5,06	4,72	4,89
Эгида, СК – 0,2 л/га	7,40	7,07	7,24
Эгида, СК – 0,3 л/га	7,59	6,61	7,10
Средние по фактору В $HCP_{05} = 0,659$	6,69	6,13	

HCP_{05} для сравнения частных средних = 0,932

В среднем за 2 года максимальную урожайность обеспечила норма высева семян фацелии в размере 12 кг/га, при проведении прополки было получено 8,49–8,63 ц/га урожая семян, в норме 15 кг/га – 7,65–7,81 ц/га. Прополка является существенным резервом получения более высоких урожаев данной культуры, поскольку на засоренных участках урожайность семян фацелии составляла 5,86–6,84 ц/га.

Таблица 11 – Урожайность семян фацелии пажитколистной в зависимости от нормы высева и ухода за посевами, средние данные, 2023–2024 гг. (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Приемы ухода	Урожайность семян в зависимости от нормы высева фацелии, ц/га	
	12 кг/га	15 кг/га
Вариант без обработки	6,84	5,86
Эгида, СК – 0,2 л/га	8,49	7,81
Эгида, СК – 0,3 л/га	8,63	7,65

Закключение. За 2023–2024 гг. максимальную урожайность семян (8,49–8,63 ц/га) при обычном рядовом посеве (15 см) обеспечила норма высева фацелии пажитколистной 12 кг/га с условием проведения для снижения численности мари белой прополки с применением гербицида с почвенной активностью Эгида, СК (мезотрион, 480 л/га) в норме 0,2–0,3 л/га. В данных условиях в норме 15 кг/га при условии прополки урожай семян составил 7,65–7,81 ц/га. Прополка является существенным резервом получения более высоких урожаев данной культуры, поскольку на засоренных участках урожайность семян фацелии составляла 5,86–6,84 ц/га.

Список литературы

1. Серяков, И. С. Пчеловодство. Корма и кормовая база пчеловодства : учеб.-метод. пособие / И. С. Серяков. – Горки: БГСХА, 2022. – 126 с.
2. Кокорев, Н. М. Медоносная база / Н. М. Кокорев, Б. Я. Чернов. – М. : Континенталь-Книга, 2010. – 80 с.
3. О некоторых проблемах пчеловодства в Беларуси / В. Пестис, Н. Яковчик, Н. Халько, А. Шибeko // Беларус. сел. хоз-во. – 2020. – № 5. – С. 23–25.
4. Сафроновская, Г. Судьба отечественного пчеловодства [Электронный ресурс] / Г. Сафроновская // РОО «Белорус. пчеловоды». – URL: https://medosbor.by/index.php?option=com_content&view=article&id=526:sudba-otechestvennogo-pchelovodstva&catid=8&Itemid=103. (дата обращения: 30.12.2024).
5. Савин, А. П. Технологии возделывания основных медоносных культур : к 80-летию ГНУ НИИ пчеловодства / А. П. Савин, Ю. В. Докукин. – Рязань : Рязоблтипография, 2010. – 111 с.
6. Клименкова, Е. Т. Медоносы и медосбор / Е. Т. Клименкова, Л. Г. Кушнир, А. И. Бачило ; под ред. М. Ф. Шеметкова. – Минск : Ураджай, 1981. – 280 с.
7. Рибалко, Я. Фацелия – медонос, сидерат та кормова культура / Я. Рибалко // Пропозиція. – 2005. – № 8/9. – С. 40–41.

8. Жирных, С. С. Влияние нормы высева на урожайность надземной биомассы фацелии в Удмуртской республике / С. С. Жирных // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 4 (44). – С. 44–48.

9. Глухов, М. М. Важнейшие медоносные растения и способы их разведения / М. М. Глухов. – 5-е изд., перераб. – М. : Сельхозгиз, 1950 (Образцовая тип. им. Жданова). – 624 с.

10. Bogacz, K. Facelia: uprawa na nasiona / K. Bogacz // Agrofakt.pl. Agrofakt Uprawy Hodowla roślin. – 2017. – URL: <https://www.agrofakt.pl/facelia-uprawa-na-nasiona> (date of access: 22.07.2022).

11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

E. A. Yakimovich

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

INFLUENCE OF THE SEEDING RATE AND HERBICIDE APPLICATION ON THE YIELD OF PHACELIA TANACETIFOLIA

Annotation. The long-term research on the study and introduction of such a crop as phacelia tanacetifolia in the honey-seed production under the conditions of the Republic of Belarus made it possible to propose the elements of cultivation technologies, which allowed farmers and beekeepers to create continuously flowering arrays, not only increasing the productivity of apiaries, but also obtaining seeds, which could be sold after processing. On average, for 2023–2024, the maximum seed yield of 8,49–8,63 c/ha was ensured with row sowing (15 cm), a seeding rate of 12 kg/ha and the herbicide mesotrione, 480 g/l (Egida, SC® (0,2–0,3 l/ha). Weeding was a significant reserve for obtaining higher yields of the crop, since in weedy areas the seed yield of phacelia tanacetifolia was 5,86–6,84 c/ha.

Key words: phacelia tanacetifolia, *Phacelia tanacetifolia* Benth., seeding rate, weeds, herbicides, seed yield.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 633.16 «324»:631.526.32:632.4(476)

В. А. Кирейчик, Т. Г. Пилат, А. Г. Жуковский

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ПОРАЖАЕМОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ БОЛЕЗНЯМИ ЛИСТОВОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 16.05.2025

Рецензент: канд. биол. наук Плескачевич Р. И.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований за 2023–2024 гг. по оценке поражаемости сортов озимого ячменя болезнями листового аппарата в условиях Беларуси. Выявлено, что развитие мучнистой росы достигало 28,0 % (сорт Изоцел), ринхоспориоза – 4,4 % (сорт Бажант), сетчатой пятнистости – 37,2 % (сорт Венеция), карликовой ржавчины – 43,7 % (сорт Адалина).

Ключевые слова: озимый ячмень, сорта, болезни, поражаемость, мучнистая роса, сетчатая пятнистость, ринхоспориоз, карликовая ржавчина.

Введение. Озимый ячмень является важной сельскохозяйственной культурой в Беларуси благодаря своей адаптивности к местным климатическим условиям и высокой экономической эффективности производства. По урожайности он превосходит яровые формы: в среднем по стране получают около 40 центнеров с гектара [1, 8]. Благодаря высокому содержанию углеводов и протеина озимый ячмень является необходимым компонентом комбикормов для животноводства. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в 2024 г. площади под этой культурой составляли 275 тыс. га [13]. В «Государственный реестр» включено 12 сортов озимого ячменя, которые различаются по зимостойкости, требовательности к почвенному плодородию, длине вегетационного периода, высоте растений, урожайности, хлебопекарным качествам и устойчивости к болезням. Листовой аппарат озимого ячменя поражается комплексом фитопатогенных грибов, видовой состав и структура доминирования которых варьирует в зависимости от сорта, погодных условий, региона возделывания. В условиях Республики Беларусь на листовом аппарате озимого ячменя, встречаются такие болезни как: сетчатая пятнистость (возбудитель – *Pyrenophora teres* (Sacc.) Drechsler.),

мучнистая роса (возбудитель – *Blumeria graminis* (DC.) Speer. f. sp. *hordei* Marchal), ринхоспориоз – (возбудитель – *Rhynchodporium* spp., темно-бурая пятнистость (возбудитель – *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kuribayashi) Drechs. ex. Dastur.), карликовая ржавчина (возбудитель – *Puccinia hordei* G. H. Otth.) [4, 6]. Значительнее всего культура поражается пятнистостями, вредоносность которых заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности, усыхании листьев, изломе стеблей и пустоколосости [2, 3]. При сильном поражении комплексом болезней потери урожая могут достигать более 50 % [11, 15].

Целью данного исследования являлось комплексное изучение фитопатологической ситуации в посевах сортов озимого ячменя для биологического обоснования необходимости проведения защитных мероприятий.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2023–2024 гг. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района). Агротехника общепринятая для возделывания озимого ячменя в центральной агроклиматической зоне РБ [12]. Почва на опытном участке дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Кислотность почвы – 5,5–5,6, содержание гумуса – 2,0 %. Посев был осуществлён в оптимальные сроки. Норма высева составила 4,0 млн всхожих семян на гектар, способ посева – узкорядный с шириной междурядий 15 см. Развитие болезней оценивали в посевах сортов: Изоцел, Адалина, Бажант, Венеция. Фунгициды не применяли. Учеты болезней проводили по общепринятым методикам [5, 7, 9]. Стадии развития растений определяли по шкале ВВСН. Для оценки фитопатологической ситуации использовали показатели: развитие болезни (R , %) и площадь под кривой развития болезни (ПКРБ, усл. ед.), которые рассчитывали по формулам 1 и 2 соответственно [10, 16]:

$$R = \frac{\sum_j^K n_j b_j}{NK} \times 100, \quad (1)$$

где $\sum_j^K n_j b_j$ – сумма произведений числа больных растений n_j на соответствующий им балл поражения b_j ($b_j = 0, 1, \dots, 4$); N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых), шт.; K – наивысший балл поражения шкалы учета.

$$\text{ПКРБ} = \frac{1}{2} \sum_j^{m-1} (d_{j+1} - d_j)(R_{j+1} + R_j), \quad (2)$$

где m – количество учетов (не менее 3); d_j – дата (день) j -го учета; R_j – степень поражения при j -м учете, вычисляемая по формуле 1.

ПКРБ – интегральный показатель, отражающий продолжительность и интенсивность вредного воздействия патогена. Регрессионный анализ показывает, что критерий ПКРБ высоко коррелирует с конечной степенью поражения [10].

Метеорологические условия в период вегетации ячменя озимого (май–июнь) в 2023–2024 гг. характеризовались отклонениями как по температурному режиму, так и по уровню увлажнённости (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические данные за период май – июнь 2023–2024 гг. (метеостанция аг. Прилуки, Минский р-н)

Месяц	Декада	Температура, °С			Количество осадков, мм		
		средняя		норма	сумма		норма
		2023 г.	2024 г.		2023г.	2024 г.	
Май	I	11,8	7,9	11,6	8,0	6,2	20
	II	13,1	15,3	13,4	0,0	0,6	20
	III	19,3	16,2	14,8	4,0	0,0	25
Июнь	I	17,1	15,6	15,6	32,2	0,0	26
	II	17,7	19,9	16,4	54,6	0,2	30
	III	21,0	19,4	17,1	0,2	28,8	33

В мае 2023 года среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму на 0,2–4,5 °С. Суммарное количество осадков составило всего 15,8 мм, что на 76 % ниже среднееголетнего показателя. Недостаток влаги мог ограничивать начальный рост растений и создавать неблагоприятные условия для развития фитопатогенов, требующих повышенной влажности, таких как возбудители сетчатой пятнистости и ринхоспориоза. В июне температурный режим также оставался выше климатической нормы на 1,5–3,9 °С, при этом суммарное количество осадков (87,0 мм) соответствовало многолетним значениям, что способствовало развитию возбудителей листовых болезней во второй половине месяца.

В мае 2024 года отмечалась неустойчивая погода, сопровождавшаяся колебаниями температуры и количеством осадков: в I декаде среднесуточная температура воздуха (+7,9 °С) была ниже климатической нормы на 3,7 °С, тогда как во II–III декадах отмечалось превышение нормы на 1,9–1,4 °С. Суммарное количество осадков составило всего 6,8 мм, создавая стрессовые условия для растений и ограничивая первичное развитие большинства фитопатогенов. В июне температура превышала норму на 0,1–3,5 °С, при этом количество осадков составило лишь 29,0 мм, что на 67 % ниже многолетних значений.

Среднесуточная температура воздуха выше климатической нормы при оптимальном уровне увлажнения способствовали проявлению мучнистой росы (2023 г.), тогда как повышенный температурный режим в условиях дефицита влаги ограничивал её распространение, но способствовал проявлению сетчатой пятнистости и карликовой ржавчины (2024 г.). Таким образом динамика развития комплекса листовых болезней озимого ячменя определяется сочетанием метеорологических факторов.

Результаты исследований. В условиях 2023 г. посевы сортов озимого ячменя поражались мучнистой росой и ринхоспориозом. До 3-й декады мая проявления болезни было невысоким, однако к концу месяца на фоне повышенных температур отмечалось увеличение степени поражения. К концу вегетации (ст. 73–79) уровень развития заболевания на сорте Изоцел достиг 21,2 %, в то время как на других сортах не превышал 7,6 %. Наименее поражаемым оказался сорт Бажант, с показателем не более 1,5 % (таблица 2).

В вегетационном сезоне 2024 г. в посевах сортов озимого ячменя отмечены мучнистая роса, ринхоспориоз, сетчатая пятнистость и карликовая ржавчина. Климатические условия весенне-летнего сезона характеризовались чередованием засушливых и увлажненных периодов. Среднемесячная температура воздуха (15,7 °С) была на уровне средней многолетней нормы, что создало условия для поражения озимого ячменя болезнями. Наиболее поражаемым мучнистой росой оказался сорт Изоцел с развитием до 28,0 % (ст. 73–79). Наименее поражаемыми в сложившихся условиях были сорта Бажант (2,0 %) и Венеция (1,3 %) (таблица 2). Для характеристики развития болезней в течение вегетационного периода используется ПКРБ. Показатель ПКРБ в 2023 г. составил 388,6 усл. ед. В вегетационном сезоне 2024 г. он не превышал 268,7 усл. ед. при развитии болезни 28 %.

Таблица 2 – Развитие мучнистой росы в посевах сортов озимого ячменя (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023–2024 гг.)

Сорт	Развитие болезни, %						ПКРБ, усл. ед
	ст. 33–37	ст. 39–47	ст. 51–61	ст. 61–69	ст. 69–73	ст. 73–79	
2023 г.							
Изоцел	2,4	3,5	8,9	9,7	22,1	21,2	388,6
Адалина	0,2	0,5	1,1	1,6	2,2	4,1	53,0
Бажант	0,1	0,1	0,6	0,7	0,9	1,5	21,7
Венеция	0,1	0,2	0,2	2,2	3,8	7,6	74,1
2024 г.							
Изоцел	0,5	1,8	4,6	6,3	10,8	28,0	268,7
Адалина	0,1	1,3	3,7	4,6	6,4	6,6	138,4
Бажант	0,1	0,9	1,0	1,9	2,0	2,0	49,9
Венеция	0,1	0,4	0,5	0,6	0,8	1,3	22,1

Первые признаки поражения ринхоспориозом в 2023 г. были отмечены в ст. 37. Развитие болезни на сорте Бажант составило 2,4 %. Погодные условия вегетационного сезона не способствовали сильному распространению и развитию болезни. Степень поражения культуры не превышала 4,4 % (таблица 3).

В 2024 г. развитие ринхоспориоза в посевах озимого ячменя было на низком уровне. Наибольшая степень поражения зафиксирована у сорта Адалина (3,5 %), тогда как у остальных сортов показатель не превышал 0,2 %. Недостаток осадков ограничивал распространение болезни (таблица 4).

Таблица 3 – Развитие ринхоспориоза в посевах сортов озимого ячменя (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Сорт	Развитие болезни, %						ПКРБ, усл. ед.
	ст. 37	ст. 43–45	ст. 55–61	ст. 61–65	ст. 69	ст. 75–79	
Изоцел	1,0	1,2	1,3	1,6	1,7	2,6	51,3
Адалина	0,0	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	12,4
Бажант	2,4	4,4	3,9	0,4	0,3	0,3	65,8
Венеция	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	1,6	14,1

Таблица 4 – Развитие ринхоспориоза в посевах сортов озимого ячменя (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», полевой опыт 2024 г.)

Сорт	Развитие болезни, %			ПКРБ, усл. ед.
	ст. 33–37	ст. 39–47	ст. 51–53	
Изоцел	0,1	0,1	0,1	1,9
Адалина	0,1	0,2	3,5	18,2
Бажант	0,0	0,1	0,1	1,4
Венеция	0,0	0,1	0,1	1,4

В 2024 г. среднесуточная температура воздуха соответствовала многолетней климатической норме, что способствовало развитию сетчатой пятнистости и карликовой ржавчины на озимом ячмене. Наиболее поражаемым сетчатой пятнистостью оказался сорт Венеция, на котором к ст. 73–75 развитие болезни достигло 37,2 % (366,4 усл. ед.), тогда как на сорте Адалина не превышало 0,7 %. (13,2 усл. ед.) (таблица 5).

Таблица 5 – Развитие сетчатой пятнистости в посевах сортов озимого ячменя (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Сорт	Развитие болезни, %						ПКРБ, усл. ед.
	ст. 33–37	ст. 43–45	ст. 55–61	ст. 61–69	ст. 69–73	ст. 73–75	
Изоцел	0,4	0,5	0,8	0,8	3,2	3,3	51,9
Адалина	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	13,2
Бажант	2,0	4,1	3,8	8,8	10,7	16,5	266,7
Венеция	1,5	2,5	3,5	10,8	15,5	37,2	366,4

Согласно данным, представленным в таблице 6, к завершению вегетационного периода (ст. 73–75) максимальный показатель развития карликовой ржавчины составил 43,7 % на сорте Адалина, минимальный – на сорте Венеция 4,3 %, что и подтверждает значение ПКРБ – 262,8 и 36,9 (усл. ед.) соответственно.

Таблица 6 – Развитие карликовой ржавчины в посевах сортов озимого ячменя (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2024 г.)

Сорт	Развитие болезни, %						ПКРБ, усл. ед.
	ст. 33–37	ст. 43–45	ст. 55–61	ст. 61–69	ст. 69–73	ст. 73–75	
Изоцел	0,1	0,1	0,2	0,9	2,6	13,2	73,2
Адалина	0,5	0,7	3,5	5,1	5,9	43,7	262,8
Бажант	0,5	0,5	0,5	3,7	5,4	30,2	178,6
Венеция	0,1	0,2	0,2	0,5	2,1	4,3	36,9

Выводы. Установлено, что озимый ячмень поражается мучнистой росой, ринхоспориозом, сетчатой пятнистостью и карликовой ржавчиной. Отмечена различная восприимчивость сортов: мучнистая роса достигала 28,0 % у сорта Изоцел; сетчатая пятнистость — 37,2 % у сорта Венеция; карликовая ржавчина варьировала от 0,5 до 43,7 % у сорта Адалина. Развитие ринхоспориоза на всех сортах не превышало 4,4 %.

Результаты проведённых фитопатологических исследований свидетельствуют об отсутствии сортов озимого ячменя, полностью устойчивых к возбудителям болезней. Учитывая выявленную вариабельность поражённости растений в зависимости от погодных условий, представляется целесообразным проведение регулярного мониторинга фитосанитарного состояния посевов.

Список литературы

1. Сельскохозяйственные организации республики ведут уборку урожая // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. — URL: <https://mshp.gov.by/ru/news-ru/view/selskoxozj-9488-2024> (дата обращения: 11.02.2025).
2. Дигиплоидные линии ячменя – исходный материал для селекции на устойчивость к возбудителям пятнистостей / А. В. Анисимова, Н. М. Лашина, Т. Н. Радюкевич [и др.] // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам : третья Всерос. и междунар. конф., Санкт-Петербург, 23–26 окт. 2012 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Отд.-ние защиты и биотехнологии растений, Отд.-ние растениеводства [и др.] ; ред.: В. А. Павлюшин [и др.]. – СПб., 2012. – С. 195–197.
3. Методологическое обеспечение селекции ячменя на устойчивость к пятнистостям листьев / О. С. Афанасенко, Н. В. Мироненко, А. В. Анисимова, Н. М. Лашина // Технологии создания и использования сортов и гибридов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам в защите растений / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений, Инновационный центр защиты растений ; под ред.: В. А. Павлюшина [и др.]. – СПб., 2010. – С. 217–229.
4. Динамика развития болезней зерновых культур – основа эффективного использования химических средств защиты / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, А. Г. Илюк [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 3. – С. 37–44.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Жуковский, А. Г. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур – основа для разработки систем защиты от болезней / А. Г. Жуковский, С. Ф. Буга // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений» (Минск,

5–8 июля 2011 г.) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2011. – С. 592–594.

7. Изменение видового состава возбудителей листовых болезней ячменя в России и Беларуси / О. С. Афанасенко, Н. В. Мироненко, А. В. Анисимова [и др.] // Современная микология в России : материалы III Междунар. микологического форума / Нац. акад. микологии ; редкол.: Ю. Т. Дьяков (гл. ред.) [и др.]. – М. : 2015. – Т. 5, вып. 4, гл. 10. – С. 5–7.

8. Коготко, Л. Г. Видовой состав возбудителей болезней озимого ячменя / Л. Г. Коготко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 4. – С. 12–18.

9. Методические указания по регистрационному испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.

10. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ : метод. рекомендации / Л. Т. Бабаянц, А. Мештерхази, Ф. Вехтер [и др.] ; под ред. Л. Т. Бабаянц. – Прага : Координац. центр, 1988. – 321 с.

11. Диагностика грибных пятнистостей зерновых культур в интенсивном земледелии : метод. указания / ВАСХНИЛ, ВНИИ защиты растений ; подгот.: Е. В. Никитиной, Н. Л. Полозовой. – Л. : [б. и.], 1990. – 69 с.

12. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.], под общ. ред.: В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск : Бел. наука, 2012. – 288 с.

13. Рабочий план проведения осенних полевых работ в сельскохозяйственных организациях республики в 2024 году / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск : [б. и.], 2024. – URL: <https://mshp.gov.by/uploads/Files/documents/plant/RABOChI-PLAN-osennego-seva-v-2024-g-na-otpravku.pdf> (дата обращения: 11.02.2025).

14. Роль пораженности сорта болезнями в обосновании тактики и экономики фунгицидных обработок зерновых культур в Республике Беларусь / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, А. Г. Ильюк [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 1. – С. 29–37.

15. Smit, G. Mature plant resistance of barley leaf rust. Another type of resistance / G. Smit, J. E. Parlevliet // Euphytica. – 1990. – Vol. 50, iss. 2. – P. 159–162. – DOI: 10.1007/bf00023640.

16. Wilcoxson, R. D. Slow rusting of wheat varieties in the field correlated with stem rust severity on detached leaves in the green house / R. D. Wilcoxson, A. H. Atif, B. Skowmand // Plant Dis. Report. – 1975. – Vol. 58, № 12. – P. 1085–1087.

V. A. Kireichyk, T. G. Pilat, A. G. Zhukovsky

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

SUSCEPTIBILITY OF WINTER BARLEY VARIETIES TO LEAF DISEASES IN BELARUS

Abstract. The article presents the results of research for 2023–2024 on assessing the susceptibility of winter barley varieties to leaf apparatus diseases in the conditions of Belarus. It was revealed that the development of powdery mildew reached 28.0% (Izotsel variety), rhynchosporiosis 4.4% (Bazhan variety), rhynchosporiosis – 9.4% (Alexander variety), net spot – 37.2% (Venice variety), dwarf rust – 43.7% (Adalina variety).

Key words: winter barley, varieties, diseases, susceptibility, powdery mildew, net spot, rhynchosporiosis, dwarf rust.

Н. В. Лешкевич, А. Н. Бобович, А. А. Запрудский

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ И ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 19.08.2025

Рецензент: канд. биол. наук Янковская Е. Н.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению биологической эффективности двухкомпонентных и трехкомпонентных фунгицидов в защите подсолнечника от альтернариоза, склеротиниоза и серой гнили.

Биологическая эффективность трехкомпонентного препарата на основе действующих веществ пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га при двукратном применении в результате двухгодичных исследований против альтернариоза в стадии «лимонная спелость» корзинки составила 68,7–69,7 %, склеротиниоза – 81,8–94,9 %, серой гнили – 63,4–89,8 %, двухкомпонентных фунгицидов на основе азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л – 68,2–77,9 %; 81,8–100 %; 81,1–87,8 % и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л – 60,1–78,7 %; 81,4–81,8 %; 85,7–93,5 соответственно. Применение данных фунгицидов позволило сохранить 3,8–4,9 ц/га.

Ключевые слова: подсолнечник масличный, фунгициды, болезни, альтернариоз, склеротиниоз, серая гниль, биологическая эффективность, развитие.

Введение. Подсолнечник является одной из основных масличных культур в мировом земледелии [1]. Однако, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия в Республике Беларусь его посевные площади за последние 10 лет варьировали от 0,4 тыс. га до 6,5 тыс. га с урожайностью, не превышающей 23,0 ц/га.

Одной из причин, снижающих выход семян подсолнечника, является поражение его болезнями. Основными из которых в Беларуси являются альтернариоз, склеротиниоз и серая гниль.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2023 и 2024 гг. в посевах подсолнечника масличного гибрида НК Фортими в условиях ОАО «Жатерево» Столбцовского района, Минской области и опытного поля РУП «Институт защиты растений». Размер опытной делянки – 21,5 и 17,5 м², повторность – четырехкратная. Агротехника общепринятая для Центральной агроклиматической зоны. При проведении учетов на пораженность подсолнечника болезнями пользовались общепринятыми в фитопатологии методиками [2].

Степень поражения (R) определяли по формуле:

$$R = \frac{\sum (a \times b) \times 100}{N \times K}$$

где $\sum (a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество учетных растений, шт; K – высший балл шкалы учета.

Стадии развития подсолнечника приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [3].

Погодные условия Столбцовского района в вегетационном периоде 2023 года характеризовались в первой декаде мая относительно низкой температурой воздуха, на 3,6 °C ниже средней многолетней температуры и недостаточным выпадением осадков 29,6 % от нормы. Во второй и третьей декадах мая отмечены высокие температуры воздуха на 1,5 °C и 1,3 °C выше среднемноголетней и осадками на 5,1 и 0,0 % от нормы.

Первая декада июня была засушливой, без осадков. Во второй декаде отмечено повышение температуры воздуха на 1,2 °C от многолетних значений и низким количеством осадков (52,3 % от нормы). В третьей декаде июня также отмечено повышение температур относительно многолетней нормы с количеством осадков 200,8 %.

Первая и вторая декада июля характеризовалась температурами воздуха на уровне среднемноголетних значений и низким количеством осадков. В третьей декаде июля было отмечено высокое количество осадков 133,3 % от нормы и температуры воздуха, ниже на 1,8 °C от средней многолетней.

В августе отмечались повышенные среднесуточные температуры воздуха (на 5,4 °C выше нормы). В первой декаде отмечено избыточное выпадение осадков – 319,0 % от нормы, тогда как во второй и третьей декадах выпало недостаточное количество – 48,2–55,8 % от нормы соответственно.

В первых двух декадах сентября наблюдались повышенные среднесуточные температуры воздуха (+5,2 и +6,6 °C) с недостаточным количеством осадков (41,2 % от нормы).

Первые две декады мая в 2024 г. характеризовались температурами воздуха близкими к норме. В первой и второй декадах месяца среднесуточная температура наблюдалась в пределах среднемноголетних значений, в третьей отмечалось потепление, и средняя температура воздуха была выше на 4,5 °C. В мае отмечалось низкое количество осадков, которое составило 18,4 % от нормы.

Температура воздуха в июне, также превышала среднемноголетнюю норму, но следует отметить, что количество осадков, выпавших за месяц, соответствовало норме с разницей в 2,0 мм. При этом в течение месяца наблюдался рост показателей температуры при неравномерном распределении осадков по декадам (123,8, 182,0 и 0,6 %, 44

соответственно). Такие условия способствовали быстрому росту и развитию культуры.

Температурный режим и влагообеспеченность в июле были на уровне среднеоголетних показателей, однако значительно варьировали по декадам. Если в первой и третьей декаде температура воздуха была на 1,6 °C и 0,6 °C выше среднеоголетней, то во второй выше на 4,4 °C. Сумма выпавших осадков составила 76,7, 13,3 и 239,3 % от нормы.

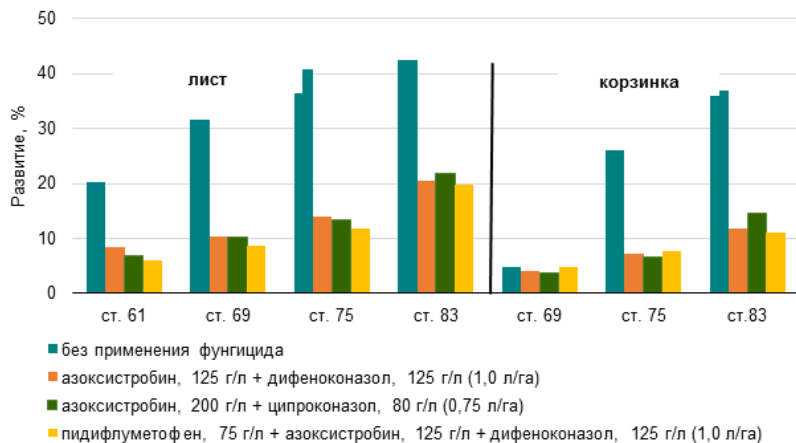
Август характеризовался повышенными температурами, которые были выше на 2,1 °C среднеоголетних значений и дефицитом влаги 44,3 % от нормы. В течение месяца наблюдался рост температуры с недостаточным выпадением осадков (44,3, 83,6, 48,0 %).

Температура воздуха сентября была выше уровня среднеоголетних данных на 7,4 °C, количество выпавших осадков составило 13,8 % от нормы.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях 2023 года погодные условия в ОАО «Жатерево» Столбцовского района, Минской области были благоприятны для развития болезней. Первые признаки поражения подсолнечника масличного альтернариозом отмечены в стадию 61 (начало цветения) с развитием 20,3 %. К завершению цветения степень поражения листьев альтернариозом достигла 31,7 % и далее интенсивно нарастала до 40,8 % к стадии развития плодов. К стадии «лимонная спелость» корзинки развитие достигло умеренного уровня развития – 42,4 %. Поражение корзинки было более интенсивным. Если к завершению цветения развитие составило 4,7 %, то к ст. развитие плодов было 26,1 % и к «лимонная спелость» корзинки – 36,8 % (рисунок 1)

Исследования по изучению эффективности трехкомпонентного фунгицида на основе действующих веществ пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л из химических классов пирозолкарбоксамидов + стробилуринов + триазолов в норме расхода 1,0 л/га в посевах гибрида НК Фортими от альтернариоза на листьях показали, что к стадии начало цветения она составила 70,9 %, при развитии болезни в варианте без применения фунгицидов 20,3 %. Дальнейшими исследованиями была установлена эффективная защита от альтернариоза листьев. Биологическая эффективность в данных вариантах была на уровне или выше вариантов с применением двухкомпонентных фунгицидов на основе азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л в норме расхода 0,75 л/га, относящихся к химическому классу стробилуринов + триазолов. Применение препарата с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га в защите корзинок от альтернариоза к стадии «лимонной спелости» корзинки позволило получить биологическую эффективность на уровне 69,7 % при развитии болезни в варианте без

применения фунгицида 36,8 %. При этом эффективность при обработке двухкомпонентными препаратами составила 60,1–68,2 % (таблица 1).



**Рисунок 1 – Развитие альтернариоза в посевах подсолнечника
масличного (ОАО «Жатерево», F1 НК Фортими, 2023 г.)**

**Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите
подсолнечника от альтернариоза (полевой опыт, ОАО «Жатерево»,
Столбцовский район, Минская область, гибрид НК Фортими, 2023 г.)**

Вариант	Альтернариоз листьев				Альтернариоз корзинок		
	ст. 61	ст. 69	ст. 75	ст. 83	ст. 69	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	20,3	31,7	40,8	42,4	14,7	26,1	36,8
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	58,1	67,5	65,9	51,7	71,4	72,4	68,2
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	66,0	67,5	67,4	48,3	74,8	74,3	60,1
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	70,9	72,5	71,3	53,3	68,0	70,5	69,7

Примечания: ст. 61 – начало цветения (17.07.23 г.); 69 – цветение (09.08.23 г.); 75 – развитие плодов (21.08.23 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (31.08.23 г.). Обработка фунгицидами проведена 05.07.23 г. и в ст. 51 (начало появления соцветия) и 01.08.23 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %

Развитие белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) на стеблях подсолнечника в посевах отмечена со ст. 75 (развитие плодов). В варианте без применения фунгицидов данный показатель составил 1,3 % на стеблях, и 3,2 % на корзинках. К стадии «лимонной спелости» корзинки степень поражения на стеблях достигла 6,7 %, и 5,9 % на корзинках, что было на депрессивном уровне течения болезни (рисунок 2).

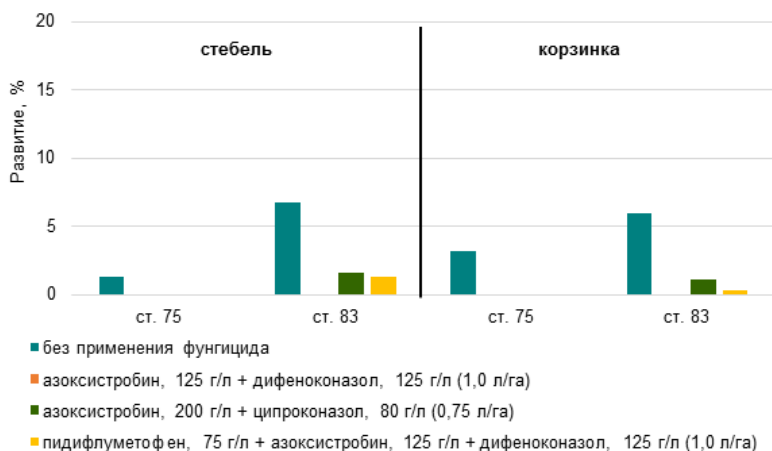


Рисунок 2 – Развитие склеротиниоза в посевах подсолнечника масличного (ОАО «Жатерево», F1 НК Фортими, 2023 г.)

Биологическая эффективность исследуемого фунгицида на основе действующего вещества пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га в защите стебля была 80,6 %, в то время как в вариантах с действующими веществами азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л в норме расхода 0,75 л/га – 76,1–100 %. Эффективность против склеротиниоза корзинок в стадию 83 («лимонная спелость» корзинок) в изучаемых вариантах опыта была на уровне 81,4 %–94,9 % (таблица 2).

Развитие серой гнили на стеблях подсолнечника было отмечено к ст. 75 – 3,4 % в варианте без применения фунгицида. Степень поражения серой гнили на корзинках подсолнечника в стадию 75 (развитие плодов) составило 1,2 %, но к завершению вегетации достигла 15,3 % (рисунок 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от склеротиниоза (полевой опыт, ОАО «Жатерево», Столбцовский район, Минская область, гибрид НК Фортими, 2023 г.)

Вариант	Склеротиниоз стеблей		Склеротиниоз корзинок	
	ст. 75	ст. 83	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	1,3	6,7	3,2	5,9
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	100	100	100
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	100	76,1	100	81,4
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	80,6	100	94,9

Примечания: ст. 75 – развитие плодов (21.08.23 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (31.08.23 г.). Обработка фунгицидами проведена 05.07.23 г. в ст. 51 (начало появления соцветия) и 01.08.23 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %.

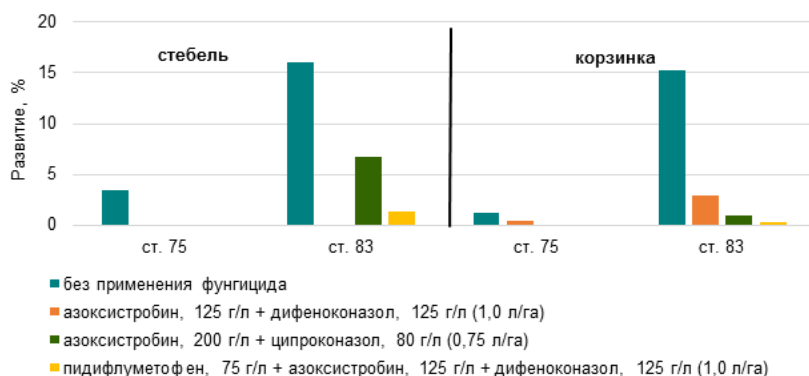


Рисунок 3 – Развитие серой гнили в посевах подсолнечника масличного (ОАО «Жатерево», F₁ НК Фортими, 2023 г.)

Биологическая эффективность в защите стебля в варианте с пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) к ст. 83 составила 98,1 %, в то время как в вариантах с д.в. азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) – 100 %, азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) – 58,0 %. Эффективность в защите корзинки в период «лимонная спелость» корзинок (ст. 83) с применением двухкомпонентных фунгицидов с содержанием д.в. азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) была 81,1–93,5 %,

в варианте с трехкомпонентным фунгицидом с содержанием д.в. пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) – 63,4 %. (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от серой гнили (полевой опыт, ОАО «Жатерево», Столбцовский район, Минская область, гибрид НК Фортими, 2023 г.)

Вариант	Серая гниль стеблей		Серая гниль корзинок	
	ст. 75	ст. 83	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	3,4	16,0	1,2	15,3
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	100	66,7	81,1
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	100	58,0	100	93,5
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	98,1	100	63,4

Примечания: ст. 75 – развитие плодов (21.08.23 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (31.08.23 г.). Обработка фунгицидами проведена 05.07.23 г. и в ст. 51 (начало появления соцветия) и 01.08.23 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %.

Расчеты хозяйственной эффективности фунгицида в варианте с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га), при двукратном применении в период бутонизации (ст. 51) и полного цветения (ст. 65), в защите подсолнечника от болезней показали, что за счет его применения сохранено 4,9 ц/га маслосемян культуры. Разница в хозяйственной эффективности между вариантами с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га), и двухкомпонентными препаратами на основе действующих веществ азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) и азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) была незначительной (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность фунгицидов в посевах подсолнечника (полевой опыт, ОАО «Жатерево», Столбцовский район, Минская область, гибрид НК Фортими, 2023 г.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения фунгицида	48,4	24,5	–
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	51,3	29,3	4,8
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	50,3	29,0	4,5
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	50,0	29,4	4,9
НСР ₀₅	1,3	1,5	–

Развитие альтернариоза в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в 2024 г. на листьях подсолнечника в период обработки «бутионизация» (ст. 55) составило 4,2 %. Степень поражения альтернариозом к стадии 65 в варианте без применения фунгицида достигала 17,3 %. Интенсивность нарастания болезни увеличилась во второй половине вегетации культуры. Так, к завершению цветения развитие было 25,5 %, к стадии развитие плодов составило 32,7 % и к «лимонной спелости» корзинки достигло 39,6 %. Первые признаки поражения альтернариозом на формирующихся корзинках отмечены в период начала цветения подсолнечника (ст. 61) на уровне 1,1 % в варианте без применения фунгицида. Далее болезнь на корзинке развивалась с низкой интенсивностью и к созреванию культуры оставалась на депрессивном уровне (рисунок 4).

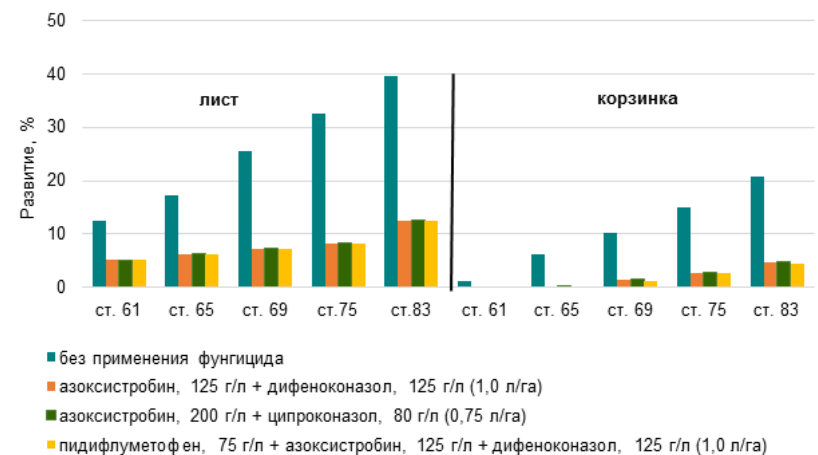


Рисунок 4 – Развитие альтернариоза в посевах подсолнечника масличного (РУП «Институт защиты растений» F₁ НК Фортими, 2024 г.)

Биологическая эффективность трехкомпонентного фунгицида с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) в ст. 65 составила 64,2 %, что было на уровне препаратов с действующими веществами азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) – 64,7 % и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) – 63,6 %. В стадию 83 («лимонная спелость» корзинки) биологическая эффективность фунгицида с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л в норме расхода 1,0 л/га составила

68,7 %, в вариантах препаратов с действующими веществами азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) – 68,4 % и 68,2 % соответственно (таблица 5, 6).

Таблица 5 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от альтернариоза листьев (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», гибрид НК Фортими, 2024 г.)

Вариант	Альтернариоз листьев				
	ст. 61	ст. 65	ст. 69	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	12,4	17,3	25,5	32,7	39,6
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	58,9	64,7	71,4	75,2	68,4
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	58,1	63,6	71,4	74,6	68,2
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	58,9	64,2	71,8	74,9	68,7

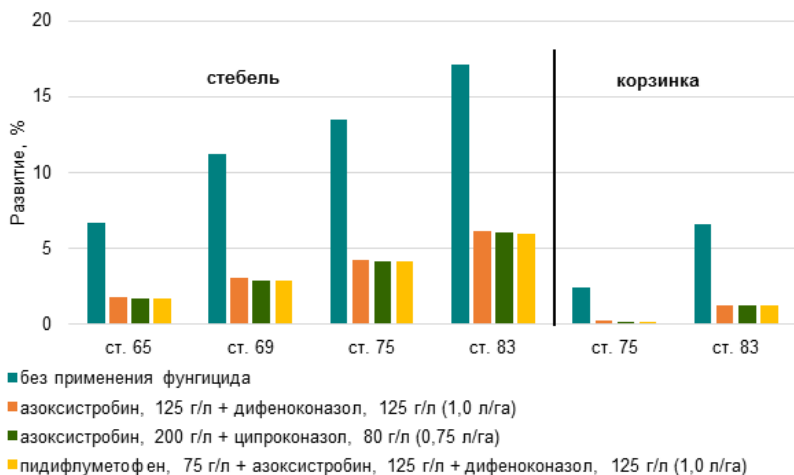
Примечания: ст. – стадия; 61 – начало цветения (25.07.24 г.); 65 – полное цветение (14.08.24 г.); 69 – конец цветения (26.08.24 г.); 75 – развитие плодов (04.09.24 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (14.09.24 г.). Обработка фунгицидами проведена 15.07.24 г. в ст. 55 (бутонизация) и 14.08.24 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %

Таблица 6 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от альтернариоза корзинок (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», гибрид НК Фортими, 2024 г.)

Вариант	Альтернариоз корзинок				
	ст. 61	ст. 65	ст. 69	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	1,1	6,3	10,2	14,9	20,7
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	96,8	86,3	81,2	77,3
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	100	96,8	85,3	80,5	76,8
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	96,8	87,3	81,9	78,3

Примечания: ст. – стадия; 61 – начало цветения (25.07.24 г.); 65 – полное цветение (14.08.24 г.); 69 – конец цветения (26.08.24 г.); 75 – развитие плодов (04.09.24 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (14.09.24 г.). Обработка фунгицидами проведена 15.07.24 г. в ст. 55 (бутонизация) и 14.08.24 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %.

В период полного цветения посевы подсолнечника поражались склеротиниозом на уровне 6,7 %. Развитие болезни на корзинах подсолнечника было отмечено в стадию 75 – 2,4 %.



**Рисунок 5 – Развитие склеротиниоза в посевах подсолнечника
масличного (РУП «Институт защиты растений» F1 НК Фортими,
2024 г.)**

Биологическая эффективность фунгицида в варианте с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) в стадии полное цветение была 74,6 %, что было на уровне вариантов с действующими веществами азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) – 73,1 % и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) – 74,6 %. К стадии 83 («лимонная спелость» корзинки) биологическая эффективность препарата с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) составила 65,5 %, а в вариантах с двухкомпонентными действующими веществами – 64,3–64,9 %.

На корзинках в период «лимонная спелость» корзинки (ст. 83), когда развитие белой гнили в варианте без применения фунгицидов было 6,6 %, биологическая эффективность препаратов с трехкомпонентным и двухкомпонентными действующими веществами была 81,8 %. (таблица 7).

Поражение подсолнечника серой гнили было отмечено только на корзинках ст. 75 на уровне 2,0 %. К завершению вегетации степень поражения оставалась на депрессивном уровне и не превышала 4,9 % (рисунок 6).

Таблица 7 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от склеротиниоза (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», гибрид НК Фортими, 2024 г.)

Вариант	Склеротиниоз стеблей				Склеротиниоз корзинок	
	ст. 65	ст. 69	ст. 75	ст. 83	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	6,7	11,2	13,5	17,1	2,4	6,6
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	73,1	73,2	68,9	64,3	91,7	81,8
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	74,6	74,1	69,6	64,9	95,8	81,8
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	74,6	74,1	69,6	65,5	95,8	81,8

Примечания: ст. – стадия; 61 – начало цветения (25.07.24 г.); 65 – полное цветение (14.08.24 г.); 69 – конец цветения (26.08.24 г.); 75 – развитие плодов (04.09.24 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинок (14.09.24 г.). Обработка фунгицидами проведена 15.07.24 г. в ст. 55 (бутонизация) и 14.08.24 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %.

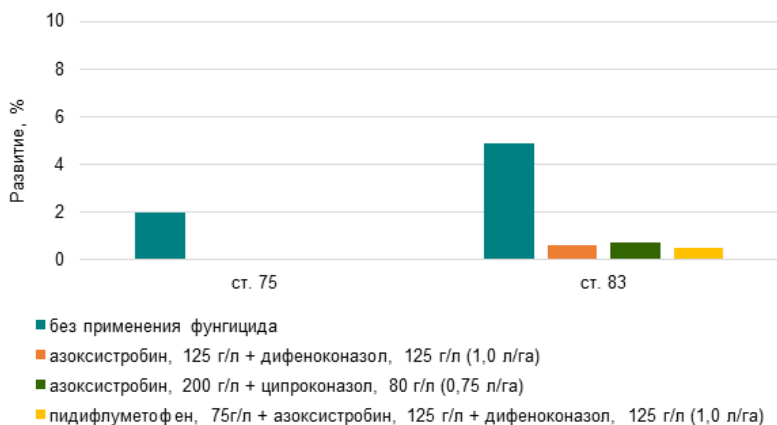


Рисунок 6 – Развитие серой гнили в посевах подсолнечника масличного (РУП «Институт защиты растений» F1 НК Фортими, 2024 г.)

Биологическая эффективность по всем вариантам опыта достигала 100 % и сохранялась на высоком уровне до ст. 83 («лимонная спелость» корзинок). В ст. 83 в варианте с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) эффективность составила 89,8 %, в вариантах с

азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га) – 87,8 % и азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га) – 85,7 % (таблица 8).

Таблица 8 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите подсолнечника от серой гнили корзинок (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», гибрид НК Фортими, 2024 г.)

Вариант	Серая гниль корзинок	
	ст. 75	ст. 83
Без применения фунгицида*	2,0	4,9
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	87,8
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	100	85,7
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	100	89,8

Примечания: ст. – стадия; 61 – начало цветения (25.07.24 г.); 65 – полное цветение (14.08.24 г.); 69 – конец цветения (26.08.24 г.); 75 – развитие плодов (04.09.24 г.); ст. 83 – «лимонная спелость» корзинки (14.09.24 г.). Обработка фунгицидами проведена 15.07.24 г. в ст. 55 (бутонизация) и 14.08.24 г. в ст. 65 (полное цветение); * – развитие, %.

Расчеты хозяйственной эффективности фунгицида с действующим веществом пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га), при двукратном применении в период бутонизации (ст. 55) и полного цветения (ст. 65), в защите подсолнечника от болезней в условиях 2024 г. показали, что за счет его применения сохранено 4,1 ц/га маслосемян культуры. Разница в хозяйственной эффективности между трехкомпонентным и двухкомпонентными фунгицидами была не существенной (таблица 9).

Таблица 9 – Хозяйственная эффективность фунгицидов в посевах подсолнечника (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», гибрид НК Фортими, 2024 г.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения фунгицида	48,6	25,8	–
Азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	51,4	29,9	4,1
Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (0,75 л/га)	50,3	29,6	3,8
Пидифлуметофен, 75 г/л + азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л (1,0 л/га)	51,5	29,9	4,1
НСР ₀₅	1,3	2,8	–

Закключение. Анализ биологической эффективности трехкомпонентных и двухкомпонентных фунгицидов с химических классов пираколкарбоксамидов + стробилуринов + триазолов и стробилуринов + триазолов против альтернариоза, склеротиниоза и серой гнили были на высоком уровне, что позволило сохранить 3,8–4,9 ц/га маслосемян подсолнечника масличного.

Список литературы

1. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь : рекомендации / П. А. Саскевич, Л. Г. Коготько, В. Р. Кажарский [и др.] ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. управление образования, науки и кадров, Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2012. – 58 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.
3. Meier, U. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / U. Meier; Ed. by U. Meier. – 2 Edition. – Berlin and Braunschweig : BBA, 2001. – 158 p.

N. V. Leshkevich, A. N. Babovich, A. A. Zaprudsky
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

EFFICIENCY OF TWO-COMPONENT AND THREE-COMPONENT FUNGICIDES IN PROTECTING SUNFLOWER FROM DISEASES

Annotation. The article presents the results of studies on the biological effectiveness of two-component and three-component fungicides in protecting sunflower from alternaria, sclerotinia and gray rot.

The biological efficiency of a three -component drug based on the active substances of pidiflometofen, 75 g/l + azoxistrin, 125 g/l + diphenonosol, 125 g/l in a rate of flow rate 1.0 l/ha with two -year use as a result of two -year studies against alternariosis in the “lemon ripe” stage amounted to 68.7–69.7 %, sclerotiniosis – 81.8–94.9 %, gray rot – 63.4–89.8 %, two -component fungicides based on azoxistobine, 125 g/l + diphenonazole, 125 g/l - 68,2–77.9 %; 81.8–100 %; 81,1–87.8 % and azoxistobine, 200 g/l + cyproponazole, 80 g/l – 60.1–78.7 %; 81.4–81.8 %; 85.7–93.5, respectively. The use of fungicid data made it possible to preserve 3.8–4.9 c/ha.

Key words: oilseed sunflower, fungicides, diseases, alternaria, sclerotinia, gray mold, biological efficiency, development.

Н. И. Мелешко

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ БУРОЙ ПЯТНИСТОСТИ НА ЛИСТЬЯХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 10.06.2025

Рецензент: канд. биол. наук Пилат Т. Г.

Аннотация. В статье приводятся двухлетние данные по биологической эффективности применения фунгицидов против бурой пятнистости на листьях земляники садовой. В полевых опытах в зависимости от действующего вещества, погодных условий и характера развития болезни биологическая эффективность изучаемых фунгицидов составила от 36,6 % до 86,3 %.

Ключевые слова: земляника садовая, болезнь, распространенность, развитие, фунгицид, эффективность.

Введение. В Республике Беларусь пятнистости на листьях земляники садовой являются повсеместно распространенными болезнями. Различают белую, бурую и коричневую (угловую) пятнистости.

В последние годы преобладает бурая пятнистость, возбудителем которой является гриб *Marssonina potentillae* (Desm.) Magn. *f. fragariae* (Lib.) Ohl. На листьях образуются округлые или неправильной формы, угловатые, расплывчатые, красно-бурые, к периферии более темные пятна. На поверхности пятен с верхней стороны листа образуется конидиальное спороношение гриба в виде черных, очень мелких подушечек. По мере старения листьев спороношение гриба исчезает, и листья кажутся просто засохшими. Пурпурная окраска пораженной части растения – специфический внешний признак данной болезни [1, 2].

Патоген зимует на прошлогодних зеленых или отмерших листьях в виде мицелия или конидий. Гриб не требователен к температуре, интенсивно развивается в условиях высокой влажности. Весной споры вызывают первичное заражение, поражая преимущественно нижние старые листья, затем болезнь распространяется к центральным. Наиболее сильное развитие *M. potentillae* происходит во второй половине лета и продолжается до конца вегетации. Вредоносность бурой пятнистости усугубляется тем, что начало и дальнейшее её развитие совпадает с периодом закладки и формирования плодовых почек. Поэтому массовая гибель листьев из-за болезней в конце вегетации отрицательно влияет на урожай следующего года [1].

В Беларуси ассортимент фунгицидов для защиты земляники садовой от болезней ограничен и практически не изменялся на протяжении последних десяти лет, что обусловило необходимость проведения исследований по оценке эффективности новых препаратов с целью включения их в «Государственный реестр...» [3].

Материалы и методика проведения исследований. В условиях 2021–2022 гг. в КХ «Антей–сад» Мядельского района Минской области на промышленной плантации земляники садовой сорта Вима Занта в полевых мелкоделяночных опытах проводили изучение эффективности фунгицидов Луна Транквилити, КС (флуопирам, 125 г/л + пириметанил, 375 г/л) и Миравис Прайм, СК (пидифлуметофен, 150 г/л + флудиоксонил, 250 г/л) с нормами расхода 0,8 и 1,0 л/га.

С учётом биологических особенностей гриба *M.potentillae* обработки фунгицидами проводили с использованием ранцевого аккумуляторного опрыскивателя CHAMPION SA 12 двукратно: до цветения земляники садовой (ст. 58–59 по шкале ВВСН) и после сбора урожая в период отрастания летних листьев. Площадь учётной делянки – 10 м², расположение рендомизированное, повторность 4-кратная [4].

Учёты развития и распространённости болезни проводили по следующей методике: на кустах, расположенных ближе к центру опытной делянки просматривали по 100 листьев. Вычисляли процент пораженных и степень поражения листьев, которую определяли по следующей шкале (в баллах):

- 0 – признаков поражения нет;
- 1 – слабое поражение, не более 10 мелких пятнен на лист;
- 2 – среднее поражение, поражено до 25 % поверхности листа, хорошо заметно спороношение;
- 3 – сильное поражение, крупные пятна, занимающие 26–50 % поверхности листа, спороношение обильное;
- 4 – очень сильное поражение, крупные сливающиеся пятна, занимающие свыше 50 % поверхности листа, спороношение обильное, лист начинает отмирать или отмер.

Развитие (R) и распространённость (P) рассчитывали по общепринятым в фитопатологии формулам. Биологическую эффективность фунгицидов определяли по развитию болезни [4].

Результаты и их обсуждение. Погодные условия 2021–2022 годов в первой половине вегетационного периода были схожи и характеризовались неустойчивой и прохладной погодой в мае, что в целом не повлияло на рост и развитие земляники садовой. Первая (профилактическая) обработка фунгицидами проведена до цветения культуры (ВВСН – 59-60) в 2021 году 21 мая, в 2022 году – 3 июня.

Начало июня в годы исследований характеризовалось прохладной погодой, но со второй половины месяца теплело и средняя температура за месяц составила +19,3 и +17,8 °С, соответственно по годам. В результате в 2021 году развитие земляники проходило быстрее, чем в 2022. Осадки выпадали неравномерно в обоих годах: в первой декаде было сухо, во второй – в пределах нормы, а в третьей – количество осадков составило 90,3 и 57,6 мм, что в 4 и 2 раза превысило многолетние значения соответственно в 2021 и 2022 годах (таблица 1). Такая погода способствовала интенсивному развитию бурой пятнистости.

В июле 2021 года стояла жаркая и сухая погода – средняя температура за месяц превысила норму на 3 °С и составила +21,8 °С, осадков за месяц выпало только 36 % от многолетних значений, что сдерживало развитие пятнистости.

Таблица 1 – Метеоданные за май-август 2021 и 2022 гг. (станция Нарочь)

Месяц	Декада	Средняя t воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
		2021 г.	2022 г.	многолет- няя	2021 г.	2022 г.	средняя многолетняя
Май	1	7,3	8,2	10,4	60,8	5,3	22
	2	12,9	10,9	12,0	54,6	21,1	21
	3	11,9	11,9	14,2	30,3	50,5	24
	за месяц	10,9	10,4	12,2	145,7	76,9	67
Июнь	1	17,0	16,6	15,2	5,1	10,6	23
	2	18,2	16,6	15,6	16,1	23,5	24
	3	20,7	20,3	16,3	90,3	57,6	24
	за месяц	19,3	17,8	15,7	111,5	91,7	71
Июль	1	22,6	19,3	17,3	2,0	39,7	25
	2	23,3	16,0	17,8	16,6	49,2	25
	3	19,8	17,8	18,9	10,3	15,4	29
	за месяц	21,8	17,7	17,7	28,9	104,3	79
Август	1	17,3	18,5	18,0	66,1	23,0	30
	2	17,5	21,4	17,2	19,1	0	28
	3	14,5	21,3	15,5	38,6	9,0	28
	за месяц	16,4	20,4	16,9	123,8	32,0	86

В первой декаде июля 2022 года было тепло, а во второй и третьей декадах прохладно, в результате среднемесячная температура воздуха составила +17,7 °С, что соответствует норме. Осадки выпадали периодически и сумма их превысила средние многолетние значения на 30%, что способствовало дальнейшему развитию болезни.

За годы исследований плодоношение земляники закончилось во второй-третьей декадах июля, в связи с чем была проведена вторая обработка.

Температура в августе 2021 года была в пределах нормы с избытком осадков на 24 %, а в 2022 году было сухо и жарко, особенно во второй и третьей декадах.

В целом развитие бурой пятнистости на листьях земляники садовой на протяжении двух лет носило характер эпифитотии.

Наблюдения за динамикой развития бурой пятнистости на листьях земляники садовой сорта Вима Занта показали, что в годы исследований первые признаки болезни отмечены в варианте без обработок в первой декаде июня, а в вариантах с применением фунгицидов на 1–2 недели позже. В конце июня в 2021 году на фоне интенсивных осадков в контроле было поражено пятнистостью 64,0 % листьев при развитии болезни 32,5 %, в то время как в 2022 году распространённость болезни в этот период составила 45,0 % при развитии 24,5 %. В вариантах с применением фунгицидов степень поражения листьев не превысила 12,3 % и 9,3 % при распространённости 34,0 % и 30,0 %, соответственно по годам. Биологическая эффективность однократного применения фунгицидов против бурой пятнистости в этот период была высокой и составила 62,2–73,7 % в 2021 и 62,0–67,3 % в 2022 году (таблица 2).

Во второй декаде июля как в 2021, так и в 2022 годах распространённость болезни в контроле достигла 100 % при развитии 62,8 % и 68,8 %. В вариантах с применением фунгицидов Луна Транквилити, КС и Миравис Прайм, СК развитие болезни варьировало от 29,8 % до 39,8 %, в зависимости от года.

Наибольшую эффективность за годы исследований при однократном применении до цветения земляники садовой против бурой пятнистости показал фунгицид Миравис Прайм, СК с нормами расхода 0,8 и 1,0 л/га, которая составила от 48,6 % до 56,7 %. Эффективность применения фунгицида Луна Транквилити, КС была ниже и не превысила 36,6–37,4 % в 2021 г. и 48,7–49,1 % в 2022 г., соответственно по нормам расхода.

Вторая обработка против бурой пятнистости проведена после сбора урожая при появлении первых признаков пятнистости на отрастающих летних листьях в контроле: 30 июля в 2021 году и 2 августа в 2022 году.

В конце второй декады августа в контрольном варианте количество листьев, пораженных бурой пятнистостью, достигло 64,0 % и 92,0 % при развитии 24,0 % и 49,8 %, соответственно по годам. При этом в вариантах с применением Миравис Прайм, СК с нормами расхода 0,8 и 1,0 л/га распространённость и развитие были значительно ниже, а биологическая эффективность составила 85,4–86,3 % в 2021 году и 51,2–62,9 % в 2022 году. Эффективность фунгицида Луна Транквилити, КС в этот период не превысила 38,3–45,8 % и 41,2–54,8 %, соответственно по годам и нормам расхода.

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите земляники садовой против бурой пятнистости на листьях (КХ «Антей-сад», Мядельский район Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021–2022 гг.)

Вариант	Распространенность, (Р) %			Развитие (R), %			Биологическая эффективность, %		
	3 дек. июня	2 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	2 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	2 дек. июля	1 дек. августа
2021 год									
Без применения средств защиты	64,0	100	64,0	32,5	62,8	24,0	–	–	–
Луна Транквили-ти, КС - 0,8 л/га	33,0	93,0	39,0	12,3	39,8	14,8	62,2	36,6	38,3
Луна Транквили-ти, КС – 1,0 л/га	28,0	89,0	38,0	9,0	39,3	13,0	72,3	37,4	45,8
Миравис Прайм, СК – 0,8 л/га	34,0	92,0	13,0	10,8	32,3	3,5	66,8	48,6	85,4
Миравис Прайм, СК –1,0 л/га	26,0	85,0	12,0	8,5	31,3	3,3	73,8	50,2	86,3
2022 год									
Без применения средств защиты	45,0	100	92,0	24,5	68,8	49,8	–	–	–
Луна Транквили-ти, КС - 0,8 л/га	30,0	85,0	64,0	9,3	35,3	29,3	62,0	48,7	41,2
Луна Транквили-ти, КС – 1,0 л/га	26,0	88,0	56,0	8,3	35,0	22,5	66,1	49,1	54,8
Миравис Прайм, СК – 0,8 л/га	26,0	88,0	74,0	8,8	31,8	24,3	64,1	53,8	51,2
Миравис Прайм, СК –1,0 л/га	25,0	83,0	59,0	8,0	29,8	18,5	67,3	56,7	62,9
Сроки применения препаратов: 1) 21.05.2021 г. и 03.06.2022 г. перед цветением земляники (ВВСН-59-60); 2) 30.07.2021 г. и 02.08.2022 г. после сбора урожая в период отрастания летних листьев									

Во второй половине вегетации наибольшую биологическую эффективность против бурой пятнистости на листьях земляники садовой также показал фунгицид Миравис Прайм, СК с нормами расхода 0,8–1,0 л/га, эффективность которого в зависимости от года испытания составила 51,2–86,3 %.

Заключение. В результате двухлетних исследований установлено, что при применении до цветения и после сбора урожая эффективность фунгицида Миравис Прайм, СК с нормами расхода 0,8–1,0 л/га для защиты земляники садовой от бурой пятнистости составила 48,6–86,3 % в 2021 и 51,2–67,3 % в 2022 годах. В то время как эффективность фунгицида Луна Транквили-ти, КС была несколько ниже – 36,6–72,3 % и

41,2–66,1 %, в зависимости от нормы расхода, даты учёта и соответственно по годам.

По результатам исследований фунгицид Миравис Прайм, СК (пидифлуметофен, 150 г/л + флудиоксонил, 250 г/л) с нормами расхода 0,8 и 1,0 л/га включен в «Государственный реестр...» для применения против болезней земляники садовой в Республике Беларусь.

Список литературы

1. Говорова, Г. Ф. Грибные болезни земляники и клубники : монография / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров ; Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : Проспект, 2019. – 142 с.

2. Мелешко, Н. И. Оценка сорта земляники садовой Вима Занта на поражаемость болезнями / Н. И. Мелешко // Перспективы развития современного ягодоводства в изменившихся климатических условиях = Prospects for the development of modern soft fruit growing in the changed climatic conditions : тез. докл. Междунар. науч. конф., (аг. Самохваловичи, 17-19 июля 2019 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодородия ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – С.54–55.

3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Промкомплекс, 2020. —742 с.

4. Болезни ягодных культур. Пятнистости листьев земляники садовой (белая, бурая, угловатая) // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга. – Минск, 2024.– С. 425–427.

N. I. Meleshko

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

ASSESSMENT OF FUNGICIDES EFFICIENCY AGAINST BROWN SPOT ON GARDEN STRAWBERRY LEAVES

Annotation. The paper presents the two year data on the biological efficiency of fungicides application against brown spot on garden strawberry leaves. In field experiments the biological efficiency of the studied fungicides amounted to 36.6%-86.3%, depending on the active ingredient, weather conditions and the nature of the disease development.

Key words: garden strawberry, disease, prevalence, development, fungicide, efficiency.

**Т. Г. Пилат, Е. И. Жук, С. Ф. Буга, В. А. Радивон, А. А. Жуковская,
В. Г. Лешкевич, Н. А. Бурнос, И. Н. Одинцова, В. А. Кирейчик,
Е. И. Рожко**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* LINK, ПОРАЖАЮЩИХ ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, К ФУНГИЦИДНЫМ ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ

Дата поступления статьи в редакцию: 04.08.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Бойко С. В.

Аннотация. В статье представлены результаты изучения чувствительности доминирующих видов грибов рода *Fusarium*, выделенных из растений озимой пшеницы (корневой системы и зерновок), отобранных в 6 областях республики, к фунгицидным действующим веществам, широко применяемым с целью защиты культуры от корневой гнили и фузариоза колоса. Выявлена значительная вариация степени чувствительности возбудителей фузариозов ко всем проанализированным действующим веществам. Установлено, что изучаемые популяции доминирующих видов грибов рода *Fusarium*, являются гетерогенными по чувствительности к фунгицидным действующим веществам при оценке *in vitro*. Различий по чувствительности ко всем включенным в исследование фунгицидам не выявлено только в популяции *F. culmorum*.

Ключевые слова: озимая пшеница, *Fusarium* spp, фунгициды, действующие вещества, резистентность, чувствительность.

Введение. Грибы рода *Fusarium* – обширная и распространенная во всем мире группа микроорганизмов, вызывающих различные болезни зерновых культур. Наиболее вредоносными являются корневая гниль и фузариоз колоса, недобор урожая от которых может достигать 30 % и более [4, 10].

Помимо озимой пшеницы грибы *Fusarium* spp. поражают многие сельскохозяйственные культуры, поэтому данная группа грибов постоянно присутствует в агроценозах. Интенсификация производства зерновых культур в нашей стране обуславливает применение химических фунгицидов как при протравливании семян, так и в период вегетации.

При планируемой урожайности 50–60 ц/га помимо обязательного (закрепленного на законодательном уровне) протравливания в вегетационном сезоне проводится, как правило, еще 2 фунгицидные обработки

для защиты культуры от болезней, а в посевах с формируемой урожайностью свыше 70 ц/га – 3.

Известно, что продолжительное применение одного и того же действующего вещества или разных фунгицидов, но с однотипным механизмом действия, обуславливает формирование в популяциях грибов-возбудителей болезней резистентности (устойчивости) [1].

Наиболее остро проблема образования резистентных форм возбудителей болезней возникла после широкого внедрения в практику применения системных фунгицидов с избирательным механизмом действия (бензимидазолы, триазолы, имидазолы, стробилурины, карбоксамиды и др.). Возникновение резистентности к ним объясняется тем, что указанные соединения воздействуют на процессы, управляемые одним или небольшим числом генов, и для того, чтобы появился резистентный к фунгициду штамм гриба, достаточно одной (для стробилуринов) или нескольких мутаций (для триазолов).

Резистентность в популяциях грибов возрастает также при увеличении интенсивности защитных мероприятий. Например, в Европе интенсификация защиты зерновых культур от септориоза листьев, мучнистой росы и церкоспореллезной прикорневой гнили привела к снижению чувствительности грибов-возбудителей болезней к бензимидазолам, азолам и стробилуринам [3, 7, 8].

Появление устойчивости к действующим веществам фунгицидов, особенно широко применяемых в хозяйствах страны, может обусловить снижение эффективности фунгицидов и протравителей семян даже при правильном, в соответствии с регламентом, использовании, что будет способствовать увеличению затрат на проведение защитных мероприятий и удорожанию себестоимости зерна и продуктов его переработки.

В связи с этим требуется проведение исследований по изучению эффективности фунгицидов из различных химических классов и мониторинг уровня резистентности изолятов грибов-возбудителей болезней фузариозной этиологии в разных областях Республике Беларусь.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по определению чувствительности грибов рода *Fusarium* к фунгицидным действующим веществам, предоставленными лабораторией динамики пестицидов, проводили в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений».

Сбор растительных образцов осуществляли в хозяйствах республики. Выделение возбудителей проводили следующим образом: фрагменты пораженных частей растений длиной около 1 см стерилизовали путем погружения в 1 %-й раствор гипохлорита натрия в течение 10 сек. После этого части растения дважды промывали стерильной дистиллированной водой, просушивали между слоями стерильной фильтровальной бумаги,

после чего раскладывали фрагменты на поверхность картофельно-сахарозного агара (КСА) с добавлением 5 %-го раствора стрептомицина для элиминации бактерий в чашках Петри. Чашки инкубировали при +20...+25 °С. Через 7–10 суток выросшие колонии пересевали для последующего определения их видовой принадлежности и дальнейшей работы с чистыми культурами грибов-возбудителей болезней фузариозной этиологии [2].

Видовую идентификацию возбудителей проводили после выделения их в чистую культуру, основываясь на культуральных и морфологических признаках, используя определитель W. Gerlach и H. Nirenberg [6]. Дальнейшая идентификация изолятов видов грибов рода *Fusarium* была подтверждена методами молекулярной биологии [9]. В результате определены 5 доминирующих видов грибов, которые включили в дальнейшее исследование для изучения чувствительности выделенных изолятов к действующим веществам фунгицидов: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (WG Smith), *F. oxysporum* Schltdl., *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. equiseti* (Corda) Sacc. (таблица 1).

Таблица 1 – Виды грибов рода *Fusarium*, включенные в исследования

Область	Количество видов, шт.				
	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. equiseti</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. poae</i>
Брестская	2	0	2	5	0
Витебская	5	2	0	2	5
Гомельская	0	4	1	10	0
Гродненская	1	0	2	10	0
Минская	4	0	5	10	2
Могилевская	0	0	7	4	5
Всего	12	6	17	41	12

В схему опыта были включены действующие вещества из следующих классов: триазолы (тебуконазол, ципроконазол, пропиконазол, протиоконазол), стробилурины (азоксистробин), фенилпирролы (флудиоксонил), карбоксамиды (биксафен). Выбор перечисленных действующих веществ обусловлен их широкой представленностью в препаратах, используемых как для протравливания семян озимой пшеницы, так и применения во время вегетации культуры для защиты от болезней.

Чувствительность изолятов оценивали по их способности расти на питательной среде в присутствии определенных количеств действующего вещества фунгицида. Сравнение осуществляли по величине ЕС₅₀ – концентрации действующего вещества, вызывающей 50 %-е ингибирование роста мицелия. Для проведения исследования использовали картофельно-декстрозный агар (КДА).

Чувствительность изолятов грибов рода *Fusarium* определяли с использованием 96-луночных планшетов согласно методикам Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Для этого культивировали изоляты на питательных средах, содержащих различные концентрации (0,03; 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10; 30; 50 мкг/мл) одного из действующих веществ. Эксперимент выполняли в 5-ти кратной повторности. Суспензии спор выделенных изолятов гриба готовили с титром 10 тыс. спор/мл для каждого. В каждую лунку планшета вносили по 20 мкл суспензии спор соответствующего изолята гриба, затем по 20 мкл соответствующего разведения анализируемого действующего вещества, а также по 160 мкл КДА. Планшеты инкубировали в течение 4 суток при 20 °С в темноте, после чего учитывали процент ингибирования роста гриба в лунках с добавлением действующего вещества по сравнению с контролем (лунки без внесения действующего вещества). Полученные данные статистически анализировали с использованием пробит-анализа и вычисляли EC_{50} для каждого изолята гриба [5]. Изоляты, чувствительность которых к фунгицидным действующим веществам оказывалась более чем в 2 раза меньше, чем средняя для вида, характеризовались как резистентные к данному действующему веществу.

Результаты и их обсуждение. Определение полулетальной эффективной концентрации (EC_{50}) позволило установить варьирование значений показателя в зависимости от вида и от действующего вещества.

В таблице 2 приведены концентрации действующих веществ, приводящие к 50%-ному подавлению роста изучаемых видов грибов. Установлено, что наибольшее ингибирующее действие на рост изолятов *F. oxysporum* оказывали тебуконазол и флудиоксонил. Их EC_{50} составили 0,07–12,13 и 0,02–33,28 мкг/мл соответственно. В то же время остальные действующие вещества менее эффективно подавляли рост изолятов этого вида. Максимальные значения EC_{50} отмечались для протиоконазола – до 91,12 мкг/мл.

Чувствительность изолятов *F. avenaceum* к препаратам, включенным в исследования, оказалась более высокой по сравнению с *F. oxysporum*. Максимальный ингибирующий эффект оказывали флудиоксонил (диапазон EC_{50} составил 0,04–0,17 мкг/мл), тебуконазол (0,27–0,89 мкг/мл) и азоксистробин (0,17–2,38 мкг/мл). Наименее эффективно ограничивал рост изолятов *F. avenaceum* ципроконазол, полулетальная концентрация которого колебалась в пределах 7,27–42,95 мкг/мл.

Флукидиоксонил также наиболее сильно подавлял рост мицелия изолятов *F. roae* – EC_{50} 0,04–0,06 мкг/мл. Наименее эффективным в отношении данного вида оказался биксафен (EC_{50} варьировала от 10,33 до 39,15 мкг/мл).

Таблица 2 – Полулетальная концентрация (EC_{50}) действующих веществ фунгицидов для грибов рода *Fusarium* (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты, 2025 г.)

Место выделения (область)	EC_{50} , мкг/мл (min и max значения показателя)						
	тебуконазол	флудиоксонил	азоксистробин	ципроконазол	пропиконазол	протионазол	биксафен
<i>F. oxysporum</i>							
Брестская	0,71-1,60	0,06-33,28	0,66-1,35	11,36-29,93	5,08-10,43	25,04-91,12	11,17-29,29
Витебская	0,07-1,60	0,02-0,06	0,49-0,86	0,17-30,20	1,89-11,88	3,22-55,81	2,27-3,63
Гомельская	0,37-4,33	0,03-19,2	0,56-17,55	2,23-48,92	3,09-49,85	50,96-68,95	3,38-80,92
Гродненская	0,46-12,13	0,14-17,79	0,50-23,67	8,95-35,54	3,58-21,13	54,43-84,94	3,31-76,97
Минская	0,47-1,81	0,03-29,09	0,70-8,06	0,88-27,54	2,18-21,03	30,43-84,33	1,40-74,17
Могилевская	0,74-1,74	0,04-0,08	0,32-0,67	24,37-32,11	14,21-37,80	65,00-75,22	7,46-67,06
<i>F. avenaceum</i>							
Брестская	0,73-0,83	0,13-0,17	0,36-0,57	20,23-40,03	2,36-3,76	4,30-5,27	0,78-7,14
Витебская	0,27-0,81	0,05-0,15	0,17-2,38	7,27-40,75	0,51-37,33	0,27-13,20	0,66-3,74
Гродненская	0,30	0,12	0,29	8,44	0,74	0,55	1,54
Минская	0,75-0,89	0,04-0,11	0,39-1,12	30,16-42,95	2,70-6,65	1,63-2,73	0,76-1,64
<i>F. poae</i>							
Витебская	0,10-0,56	0,04-0,05	0,18-0,82	2,27-35,96	0,24-1,84	3,09-17,96	10,33-39,15
Минская	0,18-0,34	0,04-0,05	0,60-0,70	15,04-17,26	0,33-0,39	14,06-29,10	32,39-37,91
Могилевская	0,25-0,41	0,04-0,06	0,16-16,89	9,87-28,89	0,28-1,24	6,84-21,27	17,41-37,27
<i>F. culmorum</i>							
Витебская	0,34-0,38	0,04-0,05	11,36-22,08	5,74-6,44	0,67-0,69	15,77-25,36	18,48-27,65
Гомельская	0,17-0,26	0,04-0,05	3,62-22,98	1,18-4,54	0,23-0,54	12,31-29,71	17,99-31,10
<i>F. equiseti</i>							
Брестская	0,14-0,21	0,06-0,07	0,67-0,68	0,44-1,05	0,03-0,07	0,10-0,22	1,29-1,58
Гомельская	0,14	0,05	1,24	0,97	0,11	0,90	0,78
Гродненская	0,16-0,22	0,07-0,08	0,47-0,85	0,60-1,11	0,04-0,19	0,92-5,17	1,70-3,52
Минская	0,03-0,32	0,03-0,11	0,59-1,24	0,78-1,33	0,06-0,67	0,62-1,78	0,77-3,23
Могилевская	0,16-0,27	0,06-0,09	0,4-7,95	0,48-8,71	0,02-0,37	0,31-2,89	0,47-9,18

В отношении *F. culmorum* высокий ингибирующий эффект проявил флудиоксонил (EC_{50} от 0,04 до 0,05 мкг/мл). Наименее эффективно из

всех проанализированных фунгицидных действующих веществ ограничивали рост изолятов гриба протиокназол (EC_{50} до 29,71 мкг/мл) и бикафен (до 31,10 мкг/мл).

Изоляты *F. equiseti* в целом оказались более чувствительными ко всем изучаемым фунгицидам в сравнении с другими видами. Максимальное значение EC_{50} (8,71 мкг/мл) отмечено для ципроконазола.

Таким образом, наиболее низкие значения EC_{50} для всех изучаемых изолятов видов *Fusarium* наблюдались для флудиоксонила и тебуконазола.

Также можно отметить, что в пределах одной популяции значения EC_{50} для изолятов варьируют в достаточно широком диапазоне. Так, например, у изолятов *F. oxysporum*, выделенных из Гомельской области, EC_{50} для бикафена составило от 3,38 мкг/мл до 80,92 мкг/мл, что свидетельствует о разном уровне чувствительности к данному действующему веществу в пределах популяции.

Для оценки риска возникновения резистентности у изолятов доминирующих видов гриба *Fusarium* к изучаемым действующим веществам провели дифференциацию изолятов по устойчивости (таблица 3). Отмечено, что среди изолятов *F. culmorum* не выявлено резистентных ни к одному из действующих веществ. Популяции других видов характеризуются наличием устойчивых изолятов к некоторым действующим веществам. Так 8,3 % изолятов *F. poae* продемонстрировали устойчивость к азоксистробину, пропиконазолу, протиокназолу, тебуконазолу, в то время как резистентных к бикафену, флудиоксонилу и ципроконазолу изолятов не выявлено. Снижение чувствительности к азоксистробину, бикафену, пропиконазолу, протиокназолу и ципроконазолу отмечено в популяции гриба *F. equiseti*. Все изоляты *F. avenaceum* были чувствительными к флудиоксонилу и ципроконазолу, в то время как к остальным действующим веществам обнаружены резистентные изоляты.

Таблица 3 – Устойчивость изолятов грибов рода *Fusarium* к действующим веществам

Действующее вещество	% устойчивых изолятов в популяции (среднее EC_{50} для популяции, мкг/мл)				
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. poae</i>	<i>F. equiseti</i>
Азоксистробин	12,2 (3,51)	16,7 (0,86)	0,0 (14,85)	8,3 (1,90)	5,9 (1,33)
Бикафен	17,1 (30,03)	8,3 (2,09)	0,0 (24,82)	0,0 (30,01)	5,9 (2,44)
Пропиконазол	7,3 (11,14)	8,3 (6,13)	0,0 (0,50)	8,3 (0,75)	5,9 (0,13)
Протиокназол	0,0 (60,57)	16,7 (3,91)	0,0 (21,52)	8,3 (13,24)	5,9 (1,51)
Тебуконазол	9,8 (1,40)	8,3 (0,79)	0,0 (0,27)	8,3 (0,28)	0,0 (0,18)
Флудиоксонил	24,3 (5,63)	0,0 (0,09)	0,0 (0,05)	0,0 (0,05)	0,0 (0,07)
Ципроконазол	4,9 (18,54)	0,0 (30,03)	0,0 (3,76)	0,0 (18,44)	5,9 (1,33)

Наибольший процент резистентных к изучаемым действующим веществам изолятов обнаружен в популяции *F. oxysporum*. На рисунке 1 представлено распределение устойчивых изолятов данного вида в зависимости от места их выделения.

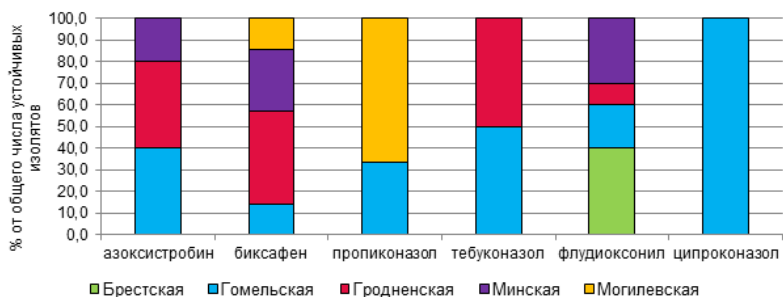


Рисунок 1– Распределение устойчивых изолятов гриба *F. oxysporum* к фунгицидным действующим веществам в зависимости от места выделения

Следует отметить, что устойчивых к протиоконазолу изолятов в популяции гриба *F. oxysporum* не выявлено. А также все изоляты данного вида, выделенные из Витебской области, оказались чувствительными к изучаемым действующим веществам. Среди изолятов *F. oxysporum*, выделенных из Гомельской области, встречаются резистентные к 5 изучаемым действующим веществам. В то же время для изолятов из Брестской области отмечено снижение чувствительности только к флудиоксонилю.

Резистентные к тебуконазолу, азоксистробину, пропиконазолу изоляты *F. avenaceum* встречались в Витебской области, к протиоконазолу – в Витебской и Минской, к бикасафену – в Брестской области. Среди изолятов *F. poae* устойчивость к тебуконазолу и пропиконазолу проявили, выделенные из Витебской области, к азоксистробину – из Могилевской, к протиоконазолу – из Минской. Устойчивые к азоксистробину, ципроконазолу, пропиконазолу и бикасафену изоляты *F. equiseti* отмечены в Могилевской области, к протиоконазолу – в Гродненской.

Закключение. Изучаемые популяции доминирующих видов грибов рода *Fusarium* являются гетерогенными по чувствительности к фунгицидным действующим веществам при оценке *in vitro*. Различий по чувствительности ко всем включенным в исследование фунгицидам не выявлено только в популяции *F. culmorum*. Среди изолятов *F. avenaceum* обнаружены резистентные к азоксистробину, бикасафену,

пропиконазолу, протиоконазолу и тебуконазолу, *F. poae* – к азоксистробину, пропиконазолу, протиоканазолу и тебуконазолу, *F. equiseti* – к азоксистробину, биксафену, пропиконазолу, протиоконазолу и ципроконазолу. Снижение чувствительности к азоксистробину, биксафену, пропиконазолу, тебуконазолу, флудиоксонилу и ципроконазолу отмечено в популяции гриба *F. oxysporum*.

Таким образом, проведенные исследования по определению чувствительности доминирующих видов грибов рода *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. equiseti* – к наиболее широко применяемым в республике действующим веществам (азоксистробин, биксафен, протиоконазол, пропиконазол, тебуконазол, ципроконазол) свидетельствуют о начале формирования устойчивости у изолятов белорусской популяции.

Исследования выполнены по заданию «Изучение чувствительности грибов рода *Fusarium*, доминирующих в посевах озимой пшеницы, к действующим веществам фунгицидов из различных классов» в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограммы «Плодородие почв и защита растений», номер Государственной регистрации 20250183.

Список литературы

1. Голышин, Н. М. Резистентность возбудителей болезней растений к фунгицидам / Н. М. Голышин // Агрохимия. – 1992. – № 5. – С. 130–150.
2. Основные методы фитопатологических исследований / А. В. Чумаков [и др.] ; под ред. А. В. Чумакова. – М. : Колос, 1974. – 190 с.
3. Differences between the succinate dehydrogenase sequences of isopyrazam sensitive *Zymoseptoria tritici* and insensitive *Fusarium graminearum* strains / T. Dubos, M. Pasquali, F. Pogoda [et al.] // Pesticide Biochem. and Physiol. – 2013. – Vol. 105, iss. 1. – P. 28–35.
4. Modeling yield losses and fungicide profitability for managing *Fusarium* head blight in Brazilian spring wheat / M. R. Duffeck, K. Dos S. Alves, F. J. Machado [et al.] // Phytopathology. – 2020. – Vol. 110, iss. 2. – P. 370–378.
5. Finney, D. J. Probit analysis / D. J. Finney – 3 ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – 333 p.
6. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin : Kommissionsverlag Parey, 1982. – 406 p.
7. Derivation and testing of a model to predict selection for fungicide resistance / P. H. F. Hobelen, N. D. Paveley, B. A. Fraaije [et al.] // Plant Pathology. – 2011. – Vol. 60, iss. 2. – P. 304–313.
8. Jørgensen, L. N. Resistance situation with fungicides in cereals / L. N. Jørgensen // Zemdirbyste-Agriculture. – 2008. – Vol. 95, № 3. – P. 373–378.
9. Real-time PCR for quantification of eleven individual *Fusarium* species in cereals / M. Nicolaisen, S. Suproniene, L. K. Nielsen [et al.] // J. of Microbiological Methods. – 2009. – Vol. 76, iss. 3. – P. 234–240.
10. Wang, F. The Impact of Root Rot on Agricultural Productivity: Economic and Environmental Perspectives / F. Wang // J. of Plant Physiology and Pathology. – 2024. – Vol. 12, iss. 4. – URL: <https://www.scitechnol.com/peer-review/the-impact-of-root-rot-on-agricultural-productivity-economic-and-environmental-perspectives-qKIM.pdf> (date of access: 20.04.2025).

*T. G. Pilat, E. I. Zhuk, S. F. Buga, V. A. Radivon, A. A. Zhukovskaya,
V. G. Leshkevich, N. A. Burnos, I. N. Odintsova, V. A. Kireichik, E. I. Rozhko*
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

STUDY OF THE SENSITIVITY OF FUSARIUM LINK SPECIES AFFECTING WINTER WHEAT IN THE REPUBLIC OF BELARUS TO FUNGICIDAL ACTIVE SUBSTANCES

Annotation. The article presents the results of a study on the sensitivity of dominant *Fusarium* species isolated from winter wheat plants (root system and grain) collected in six regions of the Republic of Belarus to fungicidal active substances widely used for protecting the crop from root rot and *Fusarium* head blight. A significant variation in the degree of sensitivity of *Fusarium* pathogens to all tested fungicides was revealed. It was found that the most common *Fusarium* species showed varying sensitivity to the fungicidal substances in in vitro conditions. Differences in sensitivity to all fungicides included in the study were not detected only in the *F. culmorum* population.

Keywords: winter wheat, *Fusarium* spp., fungicides, active ingredients, resistance, sensitivity.

**Т. Г. Пилат, Е. И. Жук, В. А. Радивон, Н. А. Бурнос, А. А. Жуковская,
В. Г. Лешкевич, И. Н. Одицова, А. Н. Халаев, В. А. Кирейчик,
Е. И. Рожко**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* LINK, ПОРАЖАЮЩИХ ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ, В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 15.04.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Халаева В. И.

Аннотация. Представлены данные по развитию корневой гнили и фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы в 2023–2024 гг. Степень поражения растений корневой гнилью составила 11,8–36,5 %, фузариозом колоса – 0,0–10,4 %. Из пораженных частей растений выделено 190 изолятов грибов рода *Fusarium*, видовая идентификация которых подтверждена с помощью реал-тайм ПЦР. Установлено, что видовой состав данного рода на озимой пшенице представлен 8 видами. На корневой системе культуры доминировал гриб *F. oxysporum*, на зерне – *F. poae*.

Ключевые слова: озимая пшеница, корневая гниль, фузариоз колоса, идентификация, ПЦР, грибы рода *Fusarium* Link, частота встречаемости.

Введение. Из зерновых культур озимая пшеница занимает первое место по площади посевов в нашей стране – 643,7 тысяч гектаров в 2024 г. Высокая доля зерновых в севообороте, сокращение традиционной обработки почвы и использование интенсивных сортов, которые более подвержены поражению болезнями, в частности вызываемыми грибами рода *Fusarium*, приводят к снижению потенциальной урожайности.

Грибы рода *Fusarium* могут развиваться на растениях как патогены, атакующие ослабленные растения и вырабатывающие в процессе своей жизнедеятельности микотоксины, и как сапрофиты, обитающие в почве. Они также могут выступать в роли антагонистов по отношению к другим почвенным микроорганизмам [1]. Широкий диапазон приспособительных реакций видов этого рода обуславливает переход некоторых из них к факультативному паразитизму и существованию вирулентных рас, поражающих растения [2]. На озимой пшенице грибы *Fusarium* вызывают корневую гниль и фузариоз колоса, приводящие к потере до 35 % урожая [10].

Среди факторов, усиливающих доминирование фузариевых грибов в патокмплексе корневой гнили зерновых культур, выделяют минимизацию обработки почвы, а также повышение частоты засушливых периодов в течение вегетации [9].

Грибы рода *Fusarium* распространены по всему миру благодаря своей высокой экологической пластичности и внутрипопуляционной изменчивости [3]. Некоторые виды, такие как *Fusarium culmorum* (WG Smith), *F. graminearum* (Schwabe) и *F. poae* (Peck) Wollenw, в настоящее время можно найти на территории всех европейских стран, а также в Азии, Америке, Африке и Океании [9].

В условиях республики видовое разнообразие грибов рода *Fusarium*, поражающих озимую пшеницу, представлено видами: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. cerealis* (Cooke) Sacc., *F. culmorum*, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. graminearum*, *F. oxysporum* Schldt., *F. poae*, *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. tricinctum* (Corda) Sacc. Однако исследования показывают, что видовой состав и доминирующие виды постоянно меняются [4, 5].

Цель исследований заключалась в уточнении видового разнообразия грибов рода *Fusarium*, поражающих корневую систему и колос озимой пшеницы в условиях Беларуси.

Материалы и методы исследований. С целью определения развития болезней фузариозной этиологии в посевах озимой пшеницы в течение вегетационных сезонов 2023–2024 гг. проводились маршрутные обследования полей во всех областях республики. Учеты развития корневой гнили и фузариоза колоса проводились в стадии 77–83 (поздняя молочная – ранняя восковая спелость) согласно общепринятым методикам [7].

Погодные условия в годы проведения исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метеорологические условия весенне-летнего периода 2023–2024 гг. (по данным Белгидромет)

Месяц	Средняя температура, °C			Сумма осадков, мм		
	2023 г.	2024 г.	норма	2023 г.	2024 г.	норма
Март	2,7	4,1	0,8	69,6	22,0	37,9
Апрель	8,8	10,1	7,8	39,3	85,0	38,7
Май	13,0	14,9	13,4	11,9	25,0	63,3
Июнь	17,7	18,9	17,0	61,4	83,0	72,2
Июль	18,6	21,0	18,9	85,9	110,0	89,6
Август	20,7	19,9	18,0	81,5	39,0	63,8

В 2023 г. на протяжении вегетационного периода, кроме мая и июля, отмечен повышенный температурный режим. Весной выпало 121 мм или 86 % сезонной нормы. Самым сухим месяцем был май, за который в среднем по Беларуси выпало 11,9 мм осадков, что составило 19 % климатической нормы. Количество осадков за летний период соответствовало климатической норме, хотя в первые два месяца на большей части республики отмечался их недостаток. Дожди проходили в основном

в южной части республики. В большинстве районов страны в период с мая по июль отмечены низкие запасы продуктивной влаги под зерновыми культурами. Сложившиеся погодные условия негативно сказались на развитии растений: сократилась продолжительность межфазных периодов. На более легких почвах и возвышенных участках у зерновых культур наблюдалось пожелтение, скручивание и засыхание листьев.

Повышенный температурный режим на протяжении вегетационного периода озимой пшеницы также отмечен и в 2024 г. Средняя температура весеннего сезона составила 9,7 °С, что на 2,4 °С выше климатической нормы. Начало вегетации на большей части территории республики началось на 1,5–2 недели раньше своих обычных сроков (21–29 марта). Осадки выпадали неравномерно, сухими были март и май, когда выпало 59 и 40 % от нормы соответственно. Средняя температура за летний период составила 19,9 °С, что на 1,9 °С выше климатической нормы. Дефицит осадков на фоне жаркой погоды способствовал снижению влагозапасов в почве, влагообеспеченность зерновых культур ухудшилась. Недостаток осадков в начале вегетационного сезона сменился чередованием засушливых периодов и дождей ливневого характера во второй половине вегетации. В июне и июле в среднем по республике выпало 116 и 123 % осадков от климатической нормы, в августе наблюдался их значительный недостаток.

Сбор растительных образцов осуществляли в хозяйствах республики. Выделение грибов из корней и зерен озимой пшеницы проводили в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Для этого фрагменты корней растений длиной около 1 см и зерна стерилизовали путем погружения в 1 %-й раствор гипохлорита натрия в течение 10 сек, промывали стерильной дистиллированной водой, просушивали между слоями стерильной фильтровальной бумаги и раскладывали на поверхность картофельно-сахарозного агара. Чашки инкубировали при 20–25 °С. Через 7–10 суток выросшие колонии пересевали для последующего определения их видовой принадлежности и дальнейшей работы с чистыми культурами грибов. Для каждого изолята были получены моноспоровые культуры [8].

Видовую идентификацию возбудителей проводили после выделения их в чистую культуру, основываясь на культуральных и морфологических признаках с помощью определителя W. Gerlach и H. Nirenberg [11], а также с использованием метода молекулярного анализа.

Идентификацию видов на основании молекулярного метода проводили с использованием реал-тайм ПЦР (ПЦР-РВ). Для этого мицелий 7-дневной моноспоровой культуры гриба соскребали с поверхности чашки Петри стерильным скальпелем и помещали в стерильную пробирку объемом 1,5 мл. Экстракция ДНК из образца проводилась с использованием СТАВ-буфера [6].

Для постановки ПЦР в режиме реального времени готовили смесь, содержащую выделенную ДНК исследуемого образца, 250 нМ каждого праймера (таблица 2), 1X Премикс для ПЦР-РВ (ОДО «Праймтех»), 1X флуоресцентный краситель SYBR Green.

Таблица 2 – Последовательности праймеров для идентификации грибов рода *Fusarium*, использованных в исследовании

Вид	Название праймера	Последовательность (5'– 3')	Ссылка
<i>F. avenaceum</i>	Fave574 fwd	TATGTTGTCACTGTCTCACACCACC	Nicolaisen M. [et al.], 2009
	Fave627 rev	AGAGGGATGTTAGCATGATGAAG	
<i>F. culmorum</i>	FculC561 fwd	GTAATTTTCTGGTGGGGCT	
	FculC614 rev	AACTGATTGACACGTGATGG	
<i>F. equiseti</i>	FequiB569 fwd	CACCGTCATTGGTATGTTGTCATC	
	FequiB598 rev	TGTTAGCATGAGAAGGTCATGAGTG	
<i>F. graminearum</i>	FgramB379 fwd	CCATTCCTGGGCGCT	
	FgramB411 rev	CCTATTGACAGGTGGTTAGTGACTGG	
<i>F. poae</i>	FpoaeA51 fwd	ACCGAATCTCAACTCCGCTTT	
	FpoaeA98 rev	GTCTGTCAAGCATGTTAGCACAAGT	
<i>F. sporotrichioides</i>	FspoA18 fwd	GCAAGTCGACCACTGTGAGTACA	Iwaniuk P. [et al.], 2018
	FspoA85 rev	CTGTCAAAGCATGTCAGTAAAAATGAT	
<i>F. oxysporum</i>	oxy-F	CATACTGACATCGTTTCACAG	Lievens B. [et al.], 2006
	oxy-R	TAGCGGGTACGTTTCGAGT	
<i>F. solani</i>	AFP346 (R)	GGTATGTTACAGGGTTGATG	Lievens B. [et al.], 2006
	ITS1-F (F)	CTTGGTCATTAGAGGAAGTAA	

ПЦР проводили с помощью термоциклера CFX96 Real-Time System (BioRad, США) по приведенному протоколу: 50 °C в течение 2:00 мин; 95 °C в течение 10:00 мин; 40 циклов: 95 °C в течение 15 сек; 56 °C (*F. oxysporum*), 60 °C (*F. solani*), 62 °C (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*) в течение 1:00 мин; построение кривой плавления [12, 15, 13].

Частоту встречаемости грибов вычисляли как отношение количества изолятов конкретного вида к общему числу выделенных.

Результаты и их обсуждение. Маршрутные обследования посевов озимой пшеницы, проведенные в 2023–2024 гг. показали, что повсеместно распространена корневая гниль (рисунок 1). В условиях 2023 г. развитие болезни носило депрессивный характер и варьировало в пределах 13,7–23,4 %. Максимальное значение показателя отмечено в посевах озимой пшеницы Гродненской области. Условия 2024 г. были

более благоприятными для развития болезни. Степень поражения растений достигала 36,5 % (Гомельская область). Наименьшее развитие болезни отмечено в посевах культуры в Минской области (11,8 %).

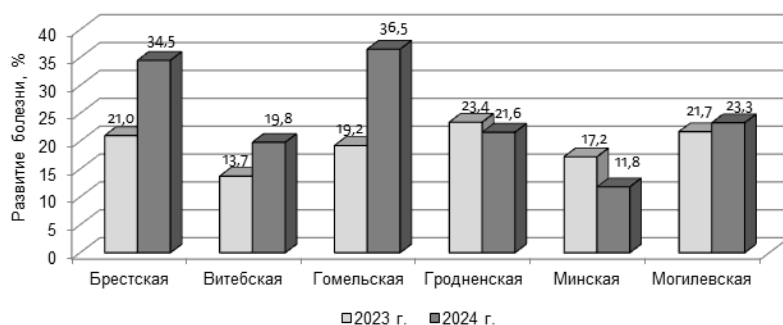


Рисунок 1 – Развитие корневой гнили в посевах озимой пшеницы (маршрутные обследования)

Развитие фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы в условиях 2023 и 2024 гг. было невысоким, что обусловлено дефицитом осадков в период, предшествовавший цветению культуры. Максимальное развитие болезни как в 2023 г., так и в 2024 г. отмечено в посевах культуры в Витебской области (7,5 и 10,4 % соответственно), минимальное – Брестской (до 1,0 %) и Гродненской областях (до 0,7 %) (рисунок 2).

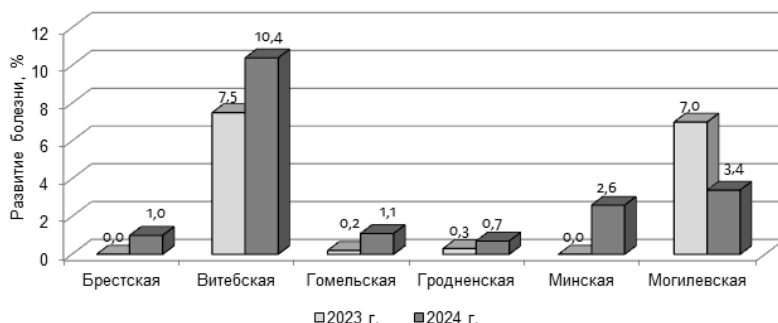


Рисунок 2 – Развитие фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы (маршрутные обследования)

Видовая идентификация грибов рода *Fusarium*, выделенных из пораженных частей растений, с помощью морфолого-культуральных признаков была подтверждена также с помощью реал-тайм ПЦР. Всего было выделено 190 изолятов, относящихся к 8 видам (таблица 3).

Таблица 3 – Обобщенные данные по идентификации видов рода *Fusarium*

Вид	Количество изолятов, шт.	
	Морфолого-культуральные признаки	ПЦР-диагностика
<i>F. avenaceum</i>	22	23
<i>F. culmorum</i>	6	7
<i>F. equiseti</i>	19	19
<i>F. graminearum</i>	5	6
<i>F. oxysporum</i>	98	98
<i>F. poae</i>	12	12
<i>F. solani</i> *	17	17
<i>F. sporotrichioides</i>	5	5
<i>Fusarium spp.</i>	6	3
Всего	190	190

Примечание – Из корневой системы было выделено и идентифицировано 164 вида, из зерна – 26. «*» – по современной систематике гриб *F. solani* относится к виду *Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard&Crous.

Полученные данные свидетельствуют о том, что видовой состав грибов рода *Fusarium*, поражающих корневую систему озимой пшеницы, варьирует в зависимости от места отбора проб (таблица 4).

Таблица 4 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium*, поражающих корневую систему озимой пшеницы (лабораторный опыт, 2024 г.)

Вид	Частота встречаемости по областям, %						
	Брест-ская	Витеб-ская	Гомель-ская	Гроднен-ская	Мин-ская	Могилевская	Сред-нее
<i>F. avenaceum</i>	12,0	33,4	0,0	4,3	17,9	13,3	11,1
<i>F. culmorum</i>	0,0	25,0	14,8	0,0	0,0	0,0	4,3
<i>F. equiseti</i>	12,0	0,0	3,7	4,3	12,8	53,3	11,6
<i>F. oxysporum</i>	52,0	25,0	77,8	91,4	38,5	26,7	59,6
<i>F. solani</i>	20,0	8,3	0,0	0,0	25,6	6,7	10,4
<i>F. sporotrichioides</i>	0,0	0,0	3,7	0,0	2,6	0,0	1,2
<i>Fusarium spp.</i>	4,0	8,3	0,0	0,0	2,6	0,0	1,8

Гриб *F. oxysporum* встречался повсеместно, причем он являлся доминирующим видом на корневой системе озимой пшеницы в условиях Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей. Частота его встречаемости в вышеуказанных областях варьировала от 38,5 до 91,4 %. В Витебской области преобладал *F. avenaceum* с частотой встречаемости 33,4 %, в Могилевской – *F. equiseti* (53,3 %). Грибы *F. avenaceum* и *F. equiseti* отмечены на корневой системе растений озимой пшеницы в пяти областях, в то время как *F. culmorum* и *F. sporotrichioides* – в двух.

Из зерна озимой пшеницы было выделено и идентифицировано 4 вида грибов рода *Fusarium* (таблица 5). К доминирующим видам можно отнести *F. poae*, частота встречаемости которого в среднем составила 46,2 %. Он преобладал на зерне озимой пшеницы Могилевской и Витебской областей (100 % и 62,5 % соответственно). В Гомельской области отмечена высокая частота встречаемости гриба *F. graminearum* – 85,7 %, в Гродненской – *F. sporotrichioides* (100 %), в Минской области с одинаковой частотой (50,0 %) выделялись *F. poae* и *F. avenaceum*. Зерна из колосьев, отобранных в Брестской области, оказались свободными от фузариозной инфекции.

Таблица 5 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium*, выделенных из зерна озимой пшеницы (лабораторный опыт, 2024 г.)

Вид	Частота встречаемости по областям, %						
	Брест- ская	Витеб- ская	Гомель- ская	Грод- ненская	Мин- ская	Могилевская	Сред- нее
<i>F. avenaceum</i>	0,0	37,5	0,0	0,0	50,0	0,0	19,2
<i>F. graminearum</i>	0,0	0,0	85,7	0,0	0,0	0,0	23,1
<i>F. poae</i>	0,0	62,5	0,0	0,0	50,0	100	46,2
<i>F. sporotrichioides</i>	0,0	0,0	14,3	100	0,0	0,0	11,5

Следует отметить, что гриб *F. avenaceum*, присутствовал как на корневой системе с частотой встречаемости в среднем 11,1 %, так и на колосе (19,2 %) озимой пшеницы.

Заключение. Таким образом, результаты исследований показали повсеместное распространение корневой гнили и фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы в республике. Развитие корневой гнили в годы исследований варьировало от 11,8 до 36,5 %, фузариоза колоса – не превышало 10,4 %.

В результате ПЦР-диагностики в режиме реального времени были идентифицированы 190 видов грибов рода *Fusarium*: *F. avenaceum* (23 изолята), *F. culmorum* (7), *F. equiseti* (19), *F. graminearum* (6), *F. oxysporum* (98), *F. poae* (12), *F. solani* (17), *F. sporotrichioides* (5). Полученные данные свидетельствуют о высокой встречаемости гриба *F. oxysporum* на корневой системе озимой пшеницы (в среднем 59,6 %). На зерне культуры доминировал гриб *F. poae* (46,2 %). Виды *F. avenaceum* и *F. sporotrichioides* встречались как на корневой системе, так и на зерне культуры. В то время как *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. solani*, *F. culmorum* выделялись только из корней, а *F. poae* и *F. graminearum* только из зерен озимой пшеницы.

Исследования выполнены по заданию «Изучение чувствительности грибов рода *Fusarium*, доминирующих в посевах озимой пшеницы, к действующим веществам фунгицидов из различных классов» в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограммы «Плодородие почв и защита растений», номер Государственной регистрации 20250183.

Список литературы

1. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси : монография / С. Ф. Буга ; Ин-т защиты растений. – Несвиж : Несвиж. укупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
2. Иващенко, В. Г. Географическое распространение и особенности биоэкологии *Fusarium graminearum* Schwabe / В. Г. Иващенко // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32, № 5. – С. 1–10.
3. Костерина, Н. А. Анализ современного состояния проблемы фузариоза колоса и зерна пшеницы в Российской Федерации / Н. А. Костерина // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 5 (234). – С. 49–59.
4. Видовое разнообразие возбудителей фузариозной корневой гнили озимых зерновых культур / Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 36–40.
5. Инфицированность семян зерновых культур грибами рода *Fusarium* / Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 80–85.
6. Методика экстракции геномной ДНК из мицелиальных грибов рода *Fusarium* / О.Н. Хапилина, А. П. Новаковская, Л. Ф. Созинова [и др.] // Вестник науки КАТУ им. С. Сейфуллина. – 2011. – № 2 (69). – С. 83–89.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.
8. Основные методы фитопатологических исследований : науч. тр. / А. Е. Чумаков, И. И. Минкевич, Ю. И. Власов, Е. А. Гаврилова ; под общ. ред. А. Е. Чумакова ; ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – М. : Колос, 1974. – 191 с.
9. Торопова, Е. Ю. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в патокмлексе корневых гнилей зерновых культур / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, О. А. Казакова // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 73–82.
10. Effect of climate on the distribution of *Fusarium* spp. causing rot of wheat in the Pacific Northwest of the United States / G. J. Poole, R. Smiley, C. Walker, D. Huggins // Phytopathology. – 2013. – Vol. 103, iss. 11. – P. 1130–1140.
11. Gerlach, W. The genus *Fusarium*: a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin : Kommissionsverlag P. Parey, 1982. – Vol. 209. – 406 p.
12. Quantitative evaluation of *Fusarium* species and crop quality traits in wheat varieties of northeastern Poland / P. Iwaniuk, R. Konecki, K. Snarska, B. Lozowicka // Plant Protection Research. – 2018. – Vol. 58, № 4. – P. 413–419.
13. Real-time PCR for detection and quantification of fungal and oomycete tomato pathogens in plant and soil samples / B. Lievens, M. Brouwer, Alfons C. R. C. Vanachter [et al.] // Plant Science. – 2006. – Vol. 171, iss. 1. – P. 155–165.

14. Matny, O. Geographic distribution of *Fusarium culmorum* chemotypes associated with wheat crown rot in Iraq / O. Matny, S. T. Bates, Z. Song // Plant Protection Research. – 2017. – Vol. 57, iss. 1. – P. 43–49.

15. Real-time PCR for quantification of eleven individual *Fusarium* species in cereals / M. Nicolaisen, S. Suproniene, L. K. Nielsen [et al.] // J. of Microbiological Methods. – 2009. – Vol. 76, iss. 3. – P. 234–240.

**T. G. Pilat, E. I. Zhuk, V. A. Radivon, N. A. Burnos, A. A. Zhukovskaya,
V. G. Leshkevich, I. N. Odintsova, A. N. Khalaev, V. A. Kireichyk, E. I. Rozhko**
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

INTRASPECIFIC DIVERSITY OF *FUSARIUM* LINK FUNGI AFFECTING WINTER WHEAT IN BELARUS

Annotation. Data on the development of root rot and Fusarium head blight in winter wheat crops during 2023–2024 are presented. The degree of plant infection with root rot ranged from 11,8 to 36,5 %, and with Fusarium head blight from 0,0 to 10,4 %. Species identification of 190 fungal isolates of the *Fusarium* genus, isolated from infected plant parts, was confirmed using real-time PCR. It was established that the species composition of this genus on winter wheat is represented by 8 species. The fungus *F. oxysporum* dominated on the root system of the crop, while *F. poae* dominated on the grain.

Key words: winter wheat, root rot, fusarium head blight, identification, PCR, fungi of the genus *Fusarium* Link, frequency of occurrence.

Р. И. Плесацевич, В. В. Калачев

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДА ПОЛИДОК, ВДГ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ СЕМЕЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 25.06.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Лешкевич Н. В.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению биологической эффективности фунгицида контактного действия Полидок, ВДГ против болезней семечковых плодовых культур. Установлено, что применение препарата Полидок, ВДГ в норме расхода 2,25 кг/га в системе защиты яблони и груши эффективно сдерживает развитие болезней в период вегетации.

В результате двухлетнего изучения установлено, что четырехкратное применение фунгицида Полидок, ВДГ в наиболее уязвимые для заражения болезнями периоды обеспечивает снижение развития парши яблони: на листьях – до 83,9 %, на плодах – до 81,4 %; парши груши: на листьях – до 71,2 %, на плодах – до 63,6 %, ржавчины груши – до 76,0 % и сохранение урожая плодов семечковых плодовых культур до 22,2–36,0 ц/га.

Ключевые слова: парша яблони, парша груши, ржавчина груши, семечковые плодовые культуры, распространенность болезни, развитие болезни, система защиты, эффективность, фунгицид контактного действия.

Введение. В промышленных насаждениях семечковых плодовых культур Беларуси из болезней доминируют парша яблони (возбудитель гриб *Venturia inaequalis* (Coock.) Wint.) и груши (*Venturia pirina* Aderh.). По многолетним данным, полученным лабораторией защиты плодовых культур, при 20 %-ном развитии парши яблони потери урожая плодов, в зависимости от сорта, составляют 40–60 % [3]. Пораженные паршой листья груши частично или полностью усыхают и опадают, особенно в ранние стадии вегетации. Массовый листопад сразу после цветения оказывает отрицательное влияние на процесс формирования плодов, что ведет к снижению урожайности и качества продукции. Интенсивное развитие парши груши может привести к полной гибели урожая, а пораженные плоды теряют до 45 % своей массы, приобретая низкие товарные характеристики [12].

В последнее 10-летие в насаждениях груши отмечается эпифитотийное развитие ржавчины, возбудителем которой является двухозийный гриб *Gymnosporangium sabinae* Dicks. Вредоносность ржавчины выражается в резком сокращении ассимиляционной деятельности и приводит к

преждевременному опадению пораженных листьев [7]. Больные плоды, особенно при раннем поражении, недоразвиваются, деформируются и со временем также преждевременно опадают [11]. Особенно опасно поражение побегов и скелетных ветвей, на которых образуются раковые язвы длиной до 40 см, что в конечном итоге приводит к гибели дерева [8].

В настоящее время в интенсивном садоводстве особую актуальность приобретает развитие резистентности фитопатогенов к применяемым системным фунгицидам [2, 9].

Для снижения вредоносности болезней и получения продукции плодов высокого качества в садах интенсивного типа проводятся многократные обработки фунгицидами, особенно на восприимчивых к парше яблони и груши сортах. Широкое применение химических средств защиты, угроза загрязнения окружающей среды и продукции остатками стойких фунгицидов, употребление фруктов, в основном, в сыром виде предопределяют поиск средств защиты от наиболее вредоносных болезней плодовых культур с последующей разработкой технологий их применения в интегрированной системе. Несмотря на расширение средств защиты растений на семечковых плодовых культурах, ежегодное многократное применение системных препаратов может способствовать снижению чувствительности к ним. [4]. С целью предупреждения резистентности по рекомендации FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) соотношение норм расхода системного и контактного фунгицида должна быть 1:2/3 или максимально 1:1 [10]. Обработки контактными фунгицидами не вызывают резистентности у патогенов вследствие комплексного воздействия на несколько ферментов грибов – возбудителей болезней плодовых семечковых культур [1]. Поэтому актуальность применения препаратов контактного действия очевидна.

Фунгицид Полидок, ВДГ (метирам, 700 г/кг) – органическое соединение, относящееся к классу дитиокарбаматов. Метирам ингибирует активность металлосодержащих энзимов, катализирующих процесс биологического окисления, в результате чего нарушаются окислительно-восстановительные процессы в клетках грибных структур, подавляется дыхание [6].

Целью исследований было изучение эффективности применения контактного фунгицида Полидок, ВДГ в системе защиты семечковых плодовых культур и расширение спектра действия против болезней яблони и груши.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты по изучению биологической эффективности фунгицида Полидок, ВДГ против болезней семечковых плодовых культур проводили в 2023–2024 гг. в промышленном саду филиала «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат

Дзержинский» и СХФ «Клецкий» ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» Минской области на сортах яблони Белорусское сладкое и груши Лагодная 2009 года посадки. Повторность опыта четырехкратная (шесть деревьев – повторность). Учетных деревьев в варианте 16 (по 4 в повторности). Варианты опыта обрабатывали аккумуляторным ранцевым опрыскивателем марки «Champion» из расчета расхода рабочей жидкости 1000 л/га.

Наблюдения и учеты распространенности и развития болезней яблони проводили систематически в течение всей вегетации растений, по общепринятым в фитопатологии методикам, а также согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2024) [5].

Опрыскивания препаратом Полидок, ВДГ с нормой расхода 2,25 кг/га проводили четырехкратно на фоне необходимых инсектицидных и фунгицидных обработок во всех вариантах, в следующие сроки: 1) зеленая почка (ВВСН 56), 2) розовый бутон (ВВСН 57–59), 3) конец цветения-начало образования завязи (ВВСН 69–71), 4) размер плода с грецкий орех (ВВСН 74–75). В насаждениях груши обработки начинали сразу после цветения, последующие – через 7–14 дней. На яблоне в качестве эталона был использован фунгицид Грануфло, ВДГ, 3,0 кг/га. В контроле опрыскивания фунгицидами в эти периоды не проводили.

Результаты исследований. Повышенный температурный режим апреля в сочетании с высокой влажностью воздуха обусловили созревание перитециев гриба *V.inaequalis* и начало вегетации яблони. Полное созревание плодовых тел патогена в саду филиала «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Минской области отмечалось во второй-третьей декадах апреля, начало лета аскоспор – в первой декаде мая, а массовый лет аскоспор патогена – во второй декаде мая во время цветения яблони (разница по календарным датам за 2 года не превысила 4-х дней). В первый уязвимый для заражения парши период начала рассеивания аскоспор в фенофазу «зеленая почка» была проведена первая обработка изучаемым фунгицидом Полидок, ВДГ. Второе опрыскивание – в период массового рассеивания сумкоспор гриба *V.inaequalis*, третье – в период смешанной инфекции при появлении конидиального спороношения, четвертое – в период массового рассеивания конидий *V.inaequalis*.

Погодные условия первой половины вегетационного периода 2023–2024 гг. по влагообеспеченности были схожими и характеризовались дефицитом осадков, что не способствовало раннему появлению парши яблони и груши.

Первые признаки парши на листьях яблони отмечены после цветения в третьей декаде мая: 29.05.23 г. и 20.05.24 г. Через две недели в

опытном и эталонном вариантах после двух обработок фунгицидом Полидок, ВДГ и Грануфло, ВДГ распространенность парши на листьях не превысила 0,1 % – в 2023 и 1,4 % – в 2024 г. В контроле распространенность болезни в годы исследований была выше и составила 1,4–4,2 %. К концу первой половины вегетационного периода в 2023 году распространенность болезни на листьях в вариантах с применением препарата Полидок, ВДГ не превысила 1,0 %, на плодах – первые признаки парши с развитием болезни не более 0,1 %, в эталонном варианте (Грануфло, ВДГ) – 1,2 % и 0,2 % соответственно. В контроле распространенность парши на листьях составила 8,8 %, на плодах – 4,8 % при развитии 1,0 %.

В этот же период в 2024 году пораженность листьев паршой в варианте применения фунгицида Полидок, ВДГ не превысила 2,6 %, на плодах – 1,6 % при развитии 0,3 %, в эталоне – 3,2 % на листьях и 2,4 % на плодах при развитии 0,5 %. В тоже время в контрольном варианте количество пораженных паршой листьев достигло 7,8 %, на плодах – распространенность болезни увеличилась до 10,2 % при развитии 2,2 %.

Погодные условия второй половины вегетации в 2023 году были благоприятными для дальнейшего развития парши яблони. В июле и августе регулярно выпадающие дожди в совокупности с умеренными температурами воздуха (+19,2–20,7 °C) способствовали массовому рассеиванию конидий гриба *V.inaequalis*, что привело к увеличению распространенности парши на листьях в варианте без обработки – до 32,6 %, в то время как в опытном варианте с применением фунгицида Полидок, ВДГ распространенность болезни возросла незначительно – до 8,4 %, в эталоне – до 8,9 %. На плодах к периоду уборки урожая развитие парши составило: в контроле – 8,6 % при распространенности 17,7 %, в опытном варианте – 1,6 % при распространенности 4,2 %, в эталоне – 1,7 % при распространенности 8,0 %.

Во второй половине вегетационного периода 2024 года с установлением теплой и дождливой погоды в июле наблюдалось усиление поражения паршой как листьев, так и плодов яблони, которое в третьей декаде месяца в контроле увеличилось до 26,8 %; на плодах – до 10,4 % при развитии 3,4 %. Однако, в опытном варианте распространенность болезни на листьях не превысила 6,5 %, на плодах – 6,9 % при развитии 1,4 %. В дальнейшем сухая и жаркая погода августа сдержала патологический процесс и к периоду уборки урожая развитие парши на плодах составило: в варианте без обработки – 10,7 % при распространенности 30,8 %, в опытном варианте – 2,7 % с распространенностью 10,7 %, в эталоне – 2,8 и 12,4 % соответственно.

Таким образом, биологическая эффективность фунгицида Полидок, ВДГ в системе защиты яблони на протяжении 2-х лет была высокой и составила 75,2–83,9 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения фунгицида Полидок, ВДГ в системе защиты яблони от парши (полевые опыты, филиал «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», Минская область, сорт Белорусское сладкое)

Вариант	Биологическая эффективность, %			
	2023 г.		2024 г.	
	листья	плоды	листья	плоды
Контроль *	32,6	8,6	39,2	10,9
Полидок, ВДГ, 2,25 кг/га	83,9	81,4	81,1	75,2
Грануфло, ВДГ, 3,0 кг/га (эталон)	81,7	80,2	79,6	74,3

* В контроле указаны: на листьях – распространенность болезни, %, на плодах – развитие болезни, %.

Также в 2024 году, с целью расширения ассортимента фунгицидов для защиты груши от болезней, в саду СХФ «Клецкий» ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» Минской области изучали эффективность Полидок, ВДГ против парши и ржавчины груши в системе защиты культуры.

Первые признаки парши как на листьях, так и на плодах были отмечены: в варианте без обработки – в третьей декаде мая, в опытном варианте с применением фунгицида Полидок, ВДГ – в первой декаде июня. К концу первой половины вегетационного периода распространенность болезни на листьях груши в варианте без обработки была на уровне 7,0 %, в опытном варианте с применением фунгицида Полидок, ВДГ – не превышала 1,0 %.

В июле высокая влажность воздуха в сочетании с оптимальными температурами воздуха для прорастания конидий *V. pirina* привели к дальнейшему заражению листьев и плодов груши. К периоду уборки урожая (05.08) распространенность болезни на листьях груши в варианте без обработки возросла до 12,4 %. В опытном варианте не превысила 3,5 %. Пораженность плодов груши в варианте с применением фунгицида Полидок, ВДГ составила 10,0 % при развитии 2,4 %, в контрольном варианте достигала 18,2 % при интенсивности поражения 6,6 %.

Первые признаки ржавчины на листьях груши отмечены 21 мая, при этом распространенность болезни в варианте без обработки составила 7,6 %, а в опытном варианте не превысила – 1,4 %. Достаточное количество осадков, высокая влажность воздуха и повышенный температурный режим июля способствовали дальнейшему развитию гриба *G. sabinae* и распространенность болезни в контроле в первой декаде августа составила 10,4 %, в варианте с применением фунгицида Полидок, ВДГ не превышала 2,5 %.

Таким образом, биологическая эффективность фунгицида Полидок, ВДГ против болезней груши также была высокой и составила: против парши 63,6–71,2 %, против ржавчины – 76,0% (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения фунгицида контактного действия Полидок, ВДГ в системе защиты груши от болезней (СХФ «Клецкий» ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», Минская область, сорт Лагодная, полевой опыт, 2024 г.)

Вариант	Биологическая эффективность, % (05.08)		
	парша		ржавчина
	листья	плоды	листья
Контроль	12,4	18,2	10,4
Полидок, ВДГ, 2,25 кг/га	71,2	63,6	76,0

* В контроле указаны: на листьях - распространенность болезни, %, на плодах - развитие болезни, %.

Оценка хозяйственной эффективности показала, что проведенные защитные мероприятия с четырехкратным использованием контактного фунгицида Полидок, ВДГ с нормой расхода 2,25 кг/га позволили сохранить 8,8 ц/га урожая плодов яблони и 36,0 ц/га груши (таблицы 3, 4). Выход стандартной продукции в опытных вариантах был высоким и составил 98,0 % у яблони и 95,9 % у груши.

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность фунгицида контактного действия Полидок, ВДГ против парши яблони (Филиал «Правда - Агро» ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский», Минская область, сорт Белорусское сладкое, полевой опыт, 2024 г.)

Варианты опыта	Урожай, кг/дерева	Урожай плодов в пересчете на 1 га, ц	Выход стандартной продукции, %	Сохраненный урожай, ц/га
Контроль	7,0	77,0	86,0	—
Полидок, ВДГ, 2,25 кг/га	7,8	85,8	98,0	8,8
Грануфло, ВДГ, 3,0 кг/га (эталон)	7,6	83,6	97,0	6,6
НСП ₀₅	0,38	—	—	—

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность фунгицида контактного действия Полидок, ВДГ против болезней груши (СХФ «Клецкий» ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», Минская область, сорт Лагодная, полевой опыт, 2024 г.)

Варианты опыта	Урожай, кг/дерево	Урожай плодов в пересчете на 1 га, ц	Выход стандартной продукции, %	Сохраненный урожай, ц/га
Контроль	19,9	159,2	89,3	—
Полидок, ВДГ, 2,25 кг/га	24,5	196,0	95,9	36,0
НСП ₀₅	3,98	—	—	—

Таким образом, полученные положительные результаты по биологической и хозяйственной эффективности препарата позволили рекомендовать фунгицид Полидок, ВДГ к внесению в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты яблони и груши от болезней.

Выводы. Проведенные двухлетние исследования показали высокую эффективность применения фунгицида Полидок, ВДГ в системе защиты семечковых плодовых культур от парши яблони и груши, и ржавчины груши в уязвимые для заражения болезнями периоды, начиная с «зеленой почки» – «конец цветения» и в период роста плодов.

Четырехкратное применение контактного фунгицида Полидок, ВДГ на основе д.в. метирам в системе защиты яблони и груши против болезней позволило снизить пораженность паршой листьев яблони – на 81,1–83,9 %, плодов – на 75,2–81,4 %; груши на – 71,2 % и 63,6 % соответственно. Биологическая эффективность изучаемого препарата против ржавчины груши составила 76,0 %. Применение Полидок, ВДГ позволило сохранить 8,8 ц/га урожая плодов яблони и 36,0 ц/га урожая плодов груши с выходом стандартной продукции в пределах 98,0 % и 95,9 %.

На основании результатов исследований фунгицид Полидок, ВДГ (метирам, 700 г/кг) включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты яблони и груши от болезней.

Список литературы

1. Голышин, Н. М. Фунгициды в сельском хозяйстве / Н. М. Голышин. – 2-е изд. – М. : Колос, 1982. – 271 с.
2. Григорцевич, Л. Н. Проблема резистентности возбудителя парши яблони к фунгицидам / Л. Н. Григорцевич, В. С. Дичковская // Ахова раслін. – 2001. – № 6. – С. 13–15.
3. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков : рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; под ред. С. В. Сороки [и др.]. – Минск, 2005. – С. 435–449.
4. Комардина, В. С. Двухкомпонентные фунгициды в системе защиты яблони от болезней / В. С. Комардина // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч. – практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол. С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Вып. 40. – С. 177–182.
5. Болезни плодовых культур / Г. Ш. Котикова, Н. А. Боровикова, В. М. Смолякова [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск, 2024. – С. 382–407.
6. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений : произв.-практ. издание / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. управление образования, науки и кадров, Белорус. гос. с.-х. акад. [и др.]. – Минск : Триолета, 2006. – 336 с.

7. Митрофанова, О. В. Ржавчина груши и меры борьбы с ней / О. В. Митрофанова ; Гос. Никит. ботан. сад. – Симферополь : Крым, 1970. – 47 с.
8. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология : по спец. «Защита растений» / В. Ф. Пересыпкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 480 с.
9. Сухорученко, Г. И. Мониторинг, стратегия и тактика борьбы с резистентностью к пестицидам в странах СНГ / Г. И. Сухорученко // Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века : материалы девятого совещания (20, 22 дек. 2000 г., Санкт-Петербург) / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; науч. ред.: К. В. Новожилов, Г. И. Сухорученко, В. И. Долженко. – СПб., 2000. – С. 9–11.
10. List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents (December 2006) // FRAC. – URL: <http://www.frac.info/> (date of access: 10.04.2025).
11. Karlsson, K. The distribution of *Gymnosporangium fuscum* and its implication on pear cultivation in Sweden : Bachelor project in the Danish-Swedish Horticulture Programme of the Swedish University of Agriculture (Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU), Alnarp / K. Karlsson. – Alnarp : SLU, Department of Plant Protection Biology, 2008. – 38 p.
12. Langford, M. H. Heterothallism and variability in *Venturia pirina* / M. H. Langford, E. N. Keitt // Phytopathology. – 1942. – Vol. 32. – P. 357–369.

R. I. Pleskatsevich, V. V. Kalachev

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

EFFICIENCY OF THE POLIDOK FUNGICIDE, WDG IN THE SYSTEM OF PROTECTION OF POMACEOUS FRUITS FROM DISEASES

Annotation. The paper presents the results of the research on the biological efficiency of the contact fungicide Polidok, WDG against pomaceous fruits diseases. It's established that the application of the Polidok, WDG at a rate of 2,25 kg/ha in the protection system of apple and pear trees effectively inhibits the development of diseases during vegetation.

As a result of a two-year study, it has been established that a four-fold application of the fungicide Polidok, WDG during the periods most vulnerable to diseases ensures the reduction of apple scab development: on leaves – up to 83,9 %, on fruits – up to 81,4 %; pear scab: on leaves – up to 71,2 %, on fruits – up to 63,6 %, pear rust – up to 76,0 % and saves the yield of pomaceous fruits up to 22,2–36,0 c/ha.

Key words: apple scab, pear scab, pear rust, pomaceous fruits, disease prevalence, disease development, protection system, efficiency, contact fungicide.

В. И. Халаева, А. В. Патракеева, М. В. Конопацкая

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЧЕРНОЙ НОЖКИ КАРТОФЕЛЯ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 10.06.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Радивон В. А.

Аннотация. Представлены данные по пораженности клубней сортов картофеля болезнями бактериальной этиологии, варьирующей в 2020–2024 гг. от 0,6 до 1,8 %. Показана распространенность черной ножки в период вегетации в агроценозах картофеля, достигающая в 2023 г. максимального развития 13,7 %. Иммунохроматографический анализ растений с признаками поражения черной ножкой позволил идентифицировать как возбудителей данной болезни – *Pectobacterium atrosepticum* и *Dickeya dianthicola*, так и содержащихся в латентном состоянии возбудителей кольцевой гнили – *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* и *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Диагностика растительных проб без внешних симптомов бактериальных болезней методом иммуноферментного анализа выявила скрытую форму инфицирования материала бактериальными патогенами. Распространенность *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* достигала 23,3 %, *P. atrosepticum* – 31,7 %.

Ключевые слова: черная ножка, мокрая гниль, клубни, картофель, бактериальные болезни, *P. atrosepticum*, *D. dianthicola*, *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Введение. Черная ножка и связанная с ней мокрая (мягкая) гниль клубней считаются самыми распространенными бактериальными болезнями картофеля. Возбудителями являются пектолитические бактерии из рода *Pectobacterium* и *Dickeya* [4], входящие в число 10 наиболее экономически значимых патогенов растений [17]. По данным российских ученых потери урожая картофеля от данных болезней составляют 10,0–15,0 %, а в эпифитотийные годы могут превышать 50,0 % [4]. Белорусские ученые утверждают, что в процессе хранения теряется 30,0–50,0 % урожая [15]. Черная ножка является нормируемым заболеванием, поскольку требованиями к сортовым и посевным качествам семенного картофеля [16] определены строгие допуски наличия пораженных клубней, а также растений с внешними признаками болезни в посадках репродукционной категории.

Вредоносность бактериальных болезней обусловлена множеством факторов таких как:

1. Разнообразие видового состава возбудителей, идентификация которого осуществляется в диагностических лабораториях с помощью различных методов. Однако определить видовую структуру патогенов для каждого отдельного агроценоза, сорта или партии картофеля невозможно [5]. 2. Быстрое размножение бактерий простым делением материнской клетки на две части при благоприятных условиях [6] и увеличение инфекционной нагрузки в течение короткого периода времени [5]. Каждая половина клетки достигает взрослого состояния через 20–50 минут, после чего она вновь готова к делению [6]. 3. Латентное сохранение бактерий, как в клубнях, так и в растениях. От пораженных клубней могут вырастать визуально здоровые растения и клубни – от пораженных растений, которые, обычно, содержат в себе скрытую инфекцию. В отдельные годы до 75,0 % клубней под больным кустом оказываются носителями фитопатогенных бактерий [2, 8], а поражение 5,0 % растений в период вегетации приводит к потере 20,0 % и более клубней в период хранения [3]. 4. Быстрая передача и распространение бактерий. Возбудители бактериальной этиологии могут проникать в здоровую растительную ткань или клубни через чечевички, устьица или механические повреждения, полученные от насекомых, человека и техники. Некоторые бактерии способны перемещаться по сосудистой системе, проникать по столонам из зараженного клубня в стебли и обратно в молодые клубни. Распространяются с посевным материалом картофеля и другими растениями-хозяевами, а также через дождевую, поливную воду и вредителей-векторов [2, 7]. В среднем разовый разрез пораженного клубня заражает 50 здоровых клубней [1]. 5. Симптомы проявления бактериозов могут быть схожи с болезнями грибной этиологии или физиологическим старением растений. Так, например, в жарких и сухих условиях черную ножку, вызванную видами *Dickeya* spp., возможно спутать с вертициллезным увяданием [2], симптомами кольцевой или бурой гнили [3]. 6. Сложности в ограничении вредоносности бактериозов. Защита растений от бактериозов состоит из комплекса мер, направленных на предотвращение распространения патогенов и повышение иммунитета растений: использование здорового посадочного материала, соблюдение агротехнических и фитосанитарных мероприятий, применение препаратов химического и биологического синтеза для обработки клубней [3].

Возбудители черной ножки поражают растения и клубни, болезнь вредоносна во все фазы роста картофеля [2, 5]. В течение жизненного цикла бактерии родов *Pectobacterium* и *Dickeya* способны колонизировать не только картофель и овощные культуры, но и многие дикорастущие растения. Например, в Израиле были обнаружены 12 видов сорных растений,

в которых выявлена бактериальная инфекция, но внешние симптомы отсутствовали. Бактерии поражают чаще всего ослабленные растения. Основными факторами их вирулентности являются ферменты, разрушающие клеточную стенку, что приводит к деструкции растительной ткани, и как следствие, к появлению симптомов на растениях и клубнях. Экспрессия генов, отвечающих за выработку факторов вирулентности в достаточном количестве, происходит только при достижении определенного количества бактерий в растительной ткани [5].

На клубнях болезнь проявляется в поле во второй половине вегетации, наибольший ущерб возникает в период хранения картофеля, что обусловлено недостаточной вентиляцией, влажностью выше 90,0 % и температурой воздуха, превышающей 15,0–18,0 °C [13]. К концу периода хранения клубней возможно присоединение к патологическому процессу других патогенов грибной или бактериальной этиологии, обеспечивающих возникновение смешанных гнилей, возбудители которых сопутствуют друг друга, развиваясь в зависимости от условий по типу мокрых или сухих гнилей [10].

Штаммы *Dickeya* spp. способны вызвать поражение растений при более низкой инфекционной нагрузке, чем виды *Pectobacterium*, поскольку они имеют больше возможностей для распространения через сосудистую ткань и характеризуются значительно большей агрессивностью, а также длительно сохраняются в латентном состоянии в клубнях при низких температурах [3, 14]. Кроме того, для проявления на картофеле признаков болезни, обусловленной бактериями рода *Dickeya*, необходим более низкий уровень инфекции по сравнению с родом *Pectobacterium* [14]. В связи с этим виды *Dickeya* являются доминирующими возбудителями черной ножки [11]. Для проявления вредоносности бактерий рода *Pectobacterium* благоприятными являются прохладные температуры 18,0–25,0 °C и влажные условия, для *Dickeya* – оптимальным считается 28,0 °C и выше [11]. По сравнению с комплексом видов *P. carotovorum* бактерии *Dickeya* spp. менее морозостойки в почве и сохраняют жизнеспособность в воде [2].

Таким образом, высокая вредоносность черной ножки, изменение видового состава возбудителей, сложные таксономические отношения внутри и между родами обуславливают необходимость проведения мониторинга ее распространения и идентификации патогенов бактериальной этиологии, что и явилось целью исследований.

Методика проведения исследований. Фитосанитарную экспертизу пораженности клубней картофеля бактериальными болезнями проводили в 2020–2024 гг. путем маршрутных обследований. В конце периода хранения в хозяйствах республики отобраны образцы клубней

в соответствии с методикой по проведению клубневого анализа [9]. Количество сортообразцов, задействованных в исследованиях составило: в 2020 г. – 30; 2021 г. – 38; 2022 г. – 36; 2023 г. – 40; 2024 г. – 46.

Поскольку разграничить симптомы бактериальных болезней на клубнях на момент проведения визуального учета не представлялось возможным, то все их проявления отнесены к категории мокрая гниль. Распространенность гнилей как в чистом (мокрая), так и смешанном виде (мокрая + сухая, мокрая + фитофторозная) с участием грибов рода *Fusarium* и оомицета *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, соответственно, выражали в процентах к общему числу клубней в образце [12].

Распространенность черной ножки в период вегетации оценивали в ходе маршрутных обследований посадок картофеля в хозяйствах республики, в Государственных сельскохозяйственных учреждениях сортоиспытательных станций (ГСХУ СС) и сортоиспытательных участков (СУ), а также на опытном поле РУП «Институт защиты растений» по общепринятой в фитопатологии методике [12]. В результатах представлена средняя распространенность болезни в посадках картофеля.

Экспрессное определение возбудителей бактериальных болезней растений картофеля осуществляли в 2022 г. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» с помощью иммунохроматографического анализа (ИХА) с применением наборов фирмы ООО «Аналитические Биотехнологии» (Россия) и компании «Loewe Biochemica» (Германия). Диагностику проводили согласно инструкции производителей. Отбор растительных проб с визуальными признаками поражения черной ножкой проводили случайно в посадках картофеля в фазе цветения. В процессе исследований в 2022 г. задействованы 10 сортообразцов.

В 2023 г. диагностика возбудителей бактериозов картофеля проведена на иммуноферментным анализом (ИФА) на 30 сортообразцах картофеля, отобранных с растений без видимых симптомов поражения болезнями бактериальной природы согласно инструкции производителя.

Встречаемость (%) возбудителей бактериальных болезней оценивали как отношение количества их выявлений к общему количеству анализируемых растительных образцов.

Результаты и их обсуждение. Анализ клубней в конце периода хранения позволил выявить признаки бактериальных болезней в чистом (мокрая гниль) и смешанном (мокрая + сухая, мокрая + фитофторозная) виде на отобранном материале. В исследуемые годы пораженность клубней болезнями бактериальной этиологии варьировала от 0,6 до 1,8 % (рисунок 1).

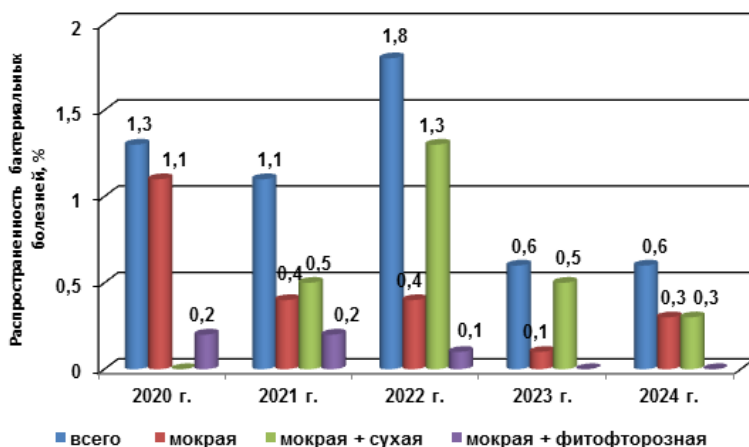


Рисунок 1 – Пораженность клубней сортов картофеля болезнями бактериальной этиологии (маршрутные обследования)

При этом ежегодно в годы исследований при проведении фитосанитарной экспертизы выявлялись клубни с признаками мокрой гнили, распространенность которой составила 0,1–1,1 %. Кроме того, результаты оценки качества клубневого материала показали, что в течение 2021–2024 гг. отмечались клубни с признаками комплексного проявления симптомов мокрой + сухой гнили, встречаемость которой достигала 1,3 %. Сочетание бактериозной и фузариозной инфекции в клубнях увеличивает зараженность растений бактериозами. Возможно, грибная инфекция стимулирует накопление бактерий [15].

Реже наблюдались клубни с симптомами мокрой + фитофторозной гнили, выявленные лишь в 2020–2022 гг. Распространенность болезни не превышала 0,3 %. Чаще этот тип гнили встречается в начальный период хранения, а к концу исчезает в результате ингибирующего действия бактерий [15].

Проявление бактериальных болезней отмечено и в период вегетации. Так, при обследовании элитных и репродукционных категорий посадок картофеля в 2021–2024 гг., черная ножка растений выявлена в различных агроценозах со средней распространенностью по сортам от 3,1 до 13,7 % (рисунок 2).

При этом максимальное развитие болезни отмечено в условиях 2023 г., а минимальное – в 2021 г. Исходя из требований к сортовым и посевным качествам семян допустимое значение количества растений, пораженных черной ножкой по внешним признакам, в репродукционных посадках не должно превышать 2,0 %. В элитной категории не допускается вовсе [16].

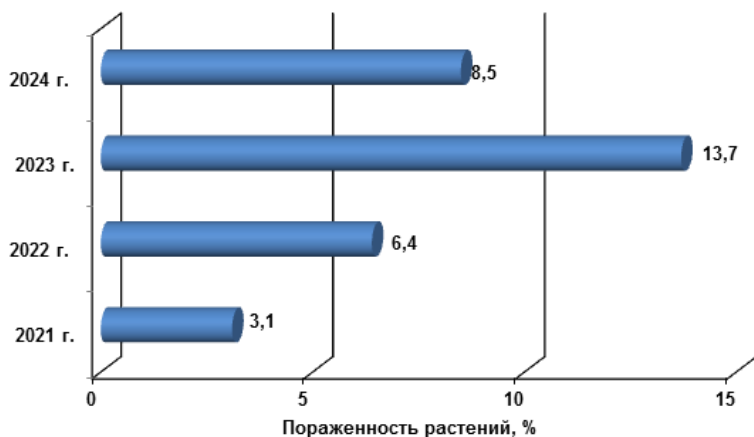


Рисунок 2 – Распространённость чёрной ножки в посадках сортов картофеля (маршрутные обследования)

Идентификация видового состава бактериальных патогенов с помощью ИХА метода показала, что чаще в анализируемых растительных образцах с явными симптомами поражения чёрной ножкой выявлены комплексы возбудителей, как данной болезни, так и кольцевой гнили, что может свидетельствовать о латентном сохранении бактериальной инфекции без проявления внешних признаков заболевания на растениях картофеля. При этом из возбудителей чёрной ножки чаще в образцах выявлялся вид *P. atrosepticum*, обнаруживаемый в двух- или трехкомпонентных комбинациях с другими видами бактерий. Доминирующим являлся комплекс, состоящий из двух возбудителей чёрной ножки *P. atrosepticum* + *D. dianthicola* и одного патогена *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, вызывающего кольцевую гниль, встречаемость которого составила 47,0 % (рисунок 3).

Реже всего в растительных пробах диагностирована комбинация совместного выявления бактерий *P. atrosepticum* + *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* и отдельно возбудителя кольцевой гнили – *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, обнаруженная у 5,9 % образцов. При этом одновременного присутствия двух патогенов чёрной ножки *P. atrosepticum* + *D. dianthicola* в анализируемом растительном материале не отмечено.

Несмотря на то что, скрытую форму поражения растений чёрной ножкой в посадках элитного и репродукционного картофеля не контролируют, [16] научный интерес представляла диагностика отобранного материала без внешних признаков поражения бактериальными болезнями методом иммуноферментного анализа. Проведенные исследования

подтвердили литературные данные и результаты, полученные нами ранее путем экспресс-диагностики о латентном сохранении инфекции бактериальных возбудителей в растениях картофеля. Так, в ходе анализа установлено, что в среднем в разрезе сортов, с которых были отобраны пробы, распространенность возбудителя кольцевой гнили *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* варьировала от 10,0 до 23,3 %, черной ножки *P. atrosepticum* – от 1,7 до 31,7 % (таблица).

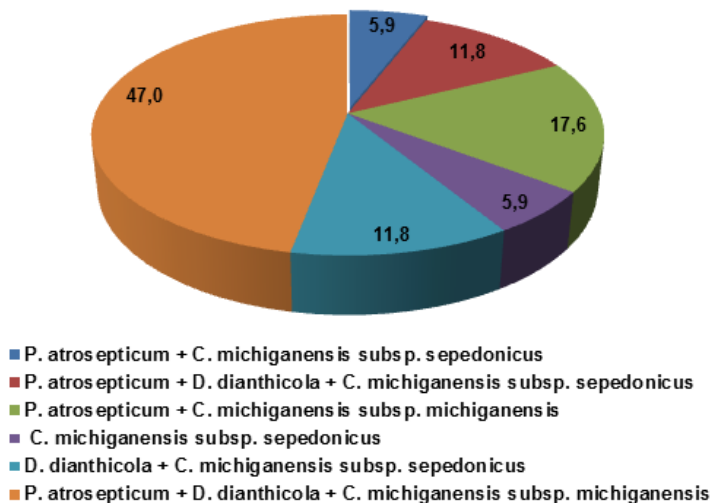


Рисунок 3 – Встречаемость (%) возбудителей бактериальных болезней растений картофеля (ИХА, 2022 г.)

Таблица – Распространенность *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*) и *P. atrosepticum* (*Patro*) на картофеле (ИФА, 2023 г.)

Сорт	Распространенность, %									
	Гродненский ГСУ		Витебский ГСУ		ГСХУ «Кобринская СС»		ГСХУ «Горецкая СС»		ГСХУ «Молодечненская СС»	
	<i>Cms</i>	<i>Patro</i>	<i>Cms</i>	<i>Patro</i>	<i>Cms</i>	<i>Patro</i>	<i>Cms</i>	<i>Patro</i>	<i>Cms</i>	<i>Patro</i>
Манифест	20,0	0,0	0,0	10,0	10,0	30,0	0,0	0,0	20,0	0,0
Скарб	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	20,0	0,0	0,0	16,7	16,7
Красавік	10,0	0,0	40,0	20,0	20,0	20,0	0,0	10,0	33,3	33,3
Рагнеда	20,0	10,0	10,0	30,0	90,0	90,0	0,0	0,0	20,0	10,0
Челленджер	10,0	0,0	10,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	20,0	10,0
Сапфир	10,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	0,0	10,0	20,0	0,0
Среднее	13,3	1,7	10,0	11,7	23,3	31,7	0,0	3,3	21,7	11,7

При этом выявлено как моно-, так и совместное присутствие возбудителей бактериальных болезней в анализируемых растениях картофеля. Так, из 30 диагностируемых сортообразцов возбудитель черной ножки *P. atrosepticum* отмечен у 56,7 % (рисунок 4).

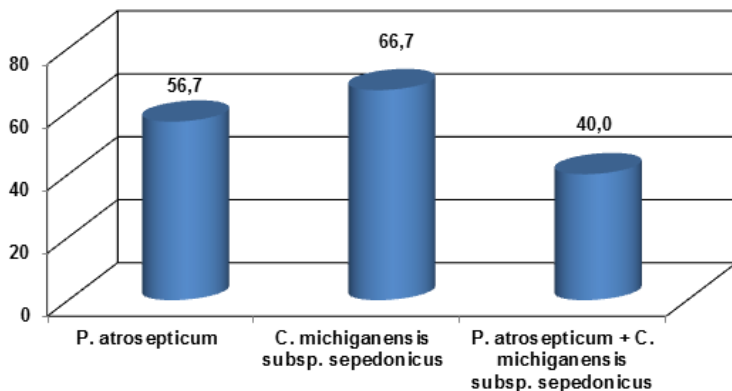


Рисунок 4 – Встречаемость возбудителей бактериальных болезней в растениях сортов картофеля (ИФА, 2023 г.)

Однако чаще в растительных пробах выявляли возбудителя кольцевой гнили *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, встречаемость которого достигала 66,7 %. Идентификация одновременно двух возбудителей разных бактериальных болезней была характерна для 40,0 % сортообразцов.

В то же время среди общего количества сортообразцов были и такие, в растительном материале которых не обнаружено либо одного из возбудителей болезней, либо обоих. Без содержания латентной инфекции возбудителя черной ножки и кольцевой гнили выявлено 16,7 % сортообразцов картофеля, без возбудителя черной ножки – 43,0 %, кольцевой гнили – 33,3 %.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что к концу периода хранения на клубнях картофеля ежегодно в течение 2020–2024 гг. отмечены болезни бактериальной этиологии, как в чистом, так и смешанном виде. Максимальная пораженность клубней мокрой гнилью составила 1,1 %, мокрой + фузариозной – 1,3 %, мокрой + фитофторозной гнилью – 0,2 %.

Отмечено повсеместное поражение растений черной ножкой, распространенность которой в годы исследований варьировала от 3,1 до 13,7 %.

Идентификация видового состава возбудителей черной ножки методом иммунохроматографического анализа растений с внешними признаками поражения болезнью показала, что в растительных пробах

выявляются комплексы бактерий, как возбудителей данной болезни, так и кольцевой гнили. Встречаемость совместного обнаружения видов варьировала от 5,9 % (*P. atrosepticum* + *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*) до 47,0 % (*P. atrosepticum* + *D. diantcola* + *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*).

Видовой состав возбудителей бактериозов картофеля, выделенный из растений без видимых симптомов поражения, методом иммуноферментного анализа представлен 2 видами: *P. atrosepticum* и *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, а также их комплексом. Встречаемость отдельных видов наблюдалась чаще.

Список литературы

1. Адамов, И. И. Семеноводство картофеля / И. И. Адамов. – Минск : Урожай, 1967. – 151 с.
2. Бактериальные патогены картофеля рода *Dickeya*: мини-обзор по систематике и этиологии заболеваний / А. Н. Игнатов, А. М. Лазарев, Ю. С. Панычева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 1. – С. 123–131.
3. Бактериозы картофеля в Российской Федерации / А. Н. Игнатов, Ю. С. Панычева, М. В. Воронина [и др.] // Картофель и овощи. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
4. Васильева, А. А. Биологические свойства возбудителей черной ножки картофеля и меры защиты : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 4.1.3. / Васильева Анна Андреевна ; Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2024. – 24 с.
5. Ерохова, М. Д. Фитопатогенные бактерии родов *Dickeya* и *Pectobacterium*: особенности патогенного процесса и возможные методы защиты картофеля / М. Д. Ерохова, М. А. Кузнецова // Биосфера. – 2023. – Т. 53, № 3. – С. 193–203. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitopatogennye-bakterii-rodov-dickeya-i-pectobacterium-osobennosti-patogennogo-protsessa-i-vozmozhnye-metody-zashchity-kartofelya/viewer> (дата обращения: 12.03.2025).
6. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев [и др.] ; Рос. акад. наук с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха, Биол. факультет Моск. гос. ун-та им. М. В. Ломоносова. – М. : Картофелевод, 2009. – 272 с.
7. Защита растений от болезней : учебник для студентов аграр. вузов / В. А. Шкаликов, О. О. Белашапкина, Д. Д. Букреев [и др.]; ред. В. А. Шкаликов, М. И. Толмачева. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Колос, 2010. – 404 с.
8. Интегрированная система защиты картофеля от фитофтороза, грибных, вирусных и бактериальных болезней : (практическое руководство) / М-во сел. хоз-ва РФ ; подгот. Н. Я. Кваснюк [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2006. – 72 с.
9. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока, Ф. А. Попов, М. И. Жукова [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2017. – 233 с.
10. Кузнецова, М. А. Болезни картофеля при хранении / М. А. Кузнецова // Защита и карантин растений. – 2006. – № 10. – С. 37–44.
11. Лазарев, А. М. О бактериозах картофеля / А. М. Лазарев, А. В. Хютти // Сельскохозяйственные вести. – 2016. – № 1. – URL: <https://agri-news.ru/zhurnal/2016/12016/zashhita-rastenij/o-bakteriozah-kartofelya.html> (дата обращения: 24.03.2025).
12. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.

13. Разработка и апробация бактериологической схемы идентификации бактерий *Pectobacterium carotovorum* / Б. Ж. Рыскалиева, Д. А. Васильев, Н. А. Феоктистова [и др.] // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 2 (22). – С. 134–142. – URL: <https://tvan.niishk.site> (дата обращения: 13.03.2025).

14. Распространение возбудителей бактериозов картофеля в РФ / А. Н. Игнатов, Ф. С. Джалилов, А. Н. Карлов [и др.] // Картофель и овощи. – 2014. – № 8. – С. 32–33.

15. Рекомендации по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения / С. А. Турко, Д. А. Ильяшенко, В. Г. Иванюк [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Самохваловичи : [б. и.], 2010. – 56 с.

16. Требования к сортовым и посевным качествам семян картофеля : приложение 4 к постановлению М-ва сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29.10.2015 № 37 : в ред. от 04.10.2017 № 49 // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – URL: <https://mshp.gov.by/documents/plant/37pril4.pdf> (дата обращения: 18.03.2025).

17. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology / J. Mansfield, S. Genin, S. Magori [et al.] // Molecular Plant Pathology. – 2012. – Vol. 13, iss. 6. – P. 614–629.

V. I. Khalaeva, A. V. Patrakeeva, M. V. Konopatskaya
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

PREVALENCE OF BLACK LEAF OF POTATOES AND SPECIES OF PATHOGENS

Annotation. The article presents data on the incidence of bacterial diseases in potato tubers, which ranged from 0,6 % to 1,8 % in 2020-2024. The prevalence of black leg during the vegetation period in potato agrocenoses was shown to reach a maximum of 13,7 % in 2023. Immunochromatographic analysis of plants with signs of black leg allowed the identification of both the causative agents of this disease, *Pectobacterium atrosepticum* and *Dickeya dianthicola*, and the latent agents of ring rot, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Diagnosis of plant samples without external symptoms of bacterial diseases using enzyme-linked immunosorbent assay revealed a latent form of material infection with bacterial pathogens. The prevalence of *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* reached 23,3 %, and *P. atrosepticum* reached 31,7 %.

Keywords: black stem, wet rot, tubers, potatoes, bacterial diseases, *P. atrosepticum*, *D. dianthicola*, *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*.

**А. М. Яковенко, А. А. Запрудский, Е. С. Белова, А. Н. Бобович,
Д. Ф. Привалов, И. В. Богомолова**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 16.04.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Жук Е. И.

Аннотация. В статье представлены многолетние (2013–2022 гг.) данные по видовому составу грибов, контаминирующих посевной материал подсолнечника в Беларуси. Определена инфицированность семян возбудителями альтернариоза, фузариоза, серой гнили и сапрофитными грибами. Выявлены основные возбудители болезней маслосемян подсолнечника из родов *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link., *Botrytis* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link., *Mucor* Fr., *Rhizopus* Ehrenb. и *Penicillium* Link.

Ключевые слова: подсолнечник, инфицированность, патогенность, альтернариоз, фузариоз, серая гниль, плесневение семян.

Введение. В Беларуси районированы разнообразные по скороспелости гибриды подсолнечника, которые можно возделывать во всех агроклиматических зонах, однако их потенциальная урожайность не всегда реализуется в производственных условиях. В последние годы фитосанитарное состояние посевов улучшилось, что связано с внедрением новых гибридов и применением научно обоснованной системы защиты подсолнечника от вредных организмов.

Наибольший вред культуре причиняют болезни грибной этиологии (альтернариоз, белая и серая гнили, фузариоз, ложная мучнистая роса, ржавчина), инфекция которых сохраняется в почве на пораженных растительных остатках и в семенах. Зараженные семена подсолнечника имеют пониженную полевую всхожесть, из них развиваются ослабленные растения с низкой жизнеспособностью. При посеве такими семенами болезни распространяются, образуя многочисленные очаги первичной инфекции [8]. Ф.Б. Ганнибал указывает, что в России наиболее распространенным микозом подсолнечника является альтернариоз [1]. Это подтверждается в работах, проведенных в Беларуси В.А. Сухаревичем [13], П.А. Саскевичем [9] и нашими исследованиями [14, 17, 15, 18].

Зараженность семян подсолнечника патогенными микроорганизмами является одной из важнейших причин ухудшения их посевных качеств

и возникновения болезней на вегетирующих растениях. Семена подсолнечника являются благоприятным субстратом для развития патогенной микофлоры, включающей доминирующие грибы рода *Alternaria*, а также *Fusarium* и *B. cinerea* Pers. [16]. Иногда пораженные семена имеют высокую всхожесть, жизнеспособность и несут в себе инфекцию возбудителя болезни, который, не влияя непосредственно на качество семян, может впоследствии поражать посевы и вызывать значительные потери маслосемян культуры [6].

Протравливание семян является основным приемом защиты подсолнечника от болезней, позволяющим ограничить распространение и развитие патогена в поле уже на ранних этапах онтогенеза культуры [16]. Проведение фитопатологической экспертизы позволяет не только контролировать посевные качества и инфицированность семян, но и оценивать биологическую эффективность протравителей.

Место и методика проведения исследований. Исследования проводились в течение 2013–2022 гг. в РУП «Институт защиты растений». Использовались образцы посевного материала подсолнечника, которые получены на опытных полях научно-исследовательских институтов и в хозяйствах республики.

В период исследований были проанализированы 22 партии посевного материала подсолнечника (сорт Ясень и гибриды Агат, Степок, Везувий, Валентин, Поиск, Орион, Жанет, Премьер, НК Роки, Махаон, ЛГ5543КЛ, Белинда, Александра, Долби, Тристан, НК Фортими, НК Делфи, Немен, Гелиос, Кларики КЛ, РЖТ Воллута).

Зараженность семян болезнями изучали с использованием метода «бумажных рулонов» и агаризированной питательной среды (картофельно-глюкозный агар). При использовании метода «бумажных рулонов» на листах фильтровальной бумаги размером 20 x 80 см проводили карандашом линию на расстоянии 3,0–4,0 см от верхнего края. Из среднего образца семян каждой пробы отбирали по 100 семян. На смоченную до полного увлажнения бумагу по линии на расстоянии 1 см друг от друга раскладывали семена (по 50 штук на один рулон), поверх семян накладывали ленту пергаментной бумаги шириной 5 см. Каждую полоску сматывали в нетугую рулон. Рулоны помещали в емкость, заполненную водой высотой около 1/3 рулона, и инкубировали при комнатной температуре (22,0–23,0 °C) в течение 7 суток. По прошествии указанного времени анализировали инфицированность семян грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. и *B. cinerea* [12].

Для фитоэкспертизы отбирали среднюю пробу из 100 семян каждого образца (сорт, гибрид) подсолнечника. Семена промывали проточной

водой в течение часа, затем поверхностно стерилизовали 70,0 % спиртом в течение 1-2 минут, после чего просушивали семянки между слоями фильтровальной бумаги. Стерильным пинцетом раскладывали семена на поверхность КГА (картофельно-глюкозный агар), в которую был добавлен 5,0 % раствор стрептомицина и детергента Triton X-100. Учет инфицированности проводили по прошествии 7 суток.

Общую зараженность семян вычисляли по формуле [11]:

$$X = \frac{N}{n} \times 100,$$

где N – суммарное количество зараженных семян, шт.; n – количество семян, взятых для анализа, шт.

Интенсивность поражения проростков подсолнечника возбудителями болезней характеризовали с помощью разработанной А.И. Парфенюк методики [7]. Учет проводили по 5-балльной шкале, отражающей количество отмершей ткани в пределах от кончика зародышевого корня до семядолей: 0 – побурение кончика корня отсутствует (непатогенный); 1 – побурение кончика зародышевого корня (слабопатогенный); 2 – побурение зародышевого корня на 50,0 % (умереннопатогенный); 3 – полное побурение зародышевого корня (среднепатогенный); 4 – полное побурение зародышевого корня и частично семядолей (патогенный); 5 – полное побурение корня и стебелька до семядолей (высокопатогенный).

Разграничение видов *Alternaria* spp. проводилось на основании изучения культуральных и морфологических особенностей грибов, описанных в работах Ф.Б. Ганнибала [2, 3, 4]. При описании культурально-морфологических признаков изолятов учитывали форму, размер, цвет колонии, особенности края, структуру мицелия и др. [5, 19].

Посевные качества семян определялись в лабораторных условиях согласно СТБ 1123-98. На 3-й день от посева определялась энергия прорастания, на 7-й день – лабораторная всхожесть [10].

При количественном анализе проростков за аномальные считали проростки с толстым подсемядольным коленом и загнившим или неразвитым корешком; с сегментированным подсемядольным коленом и корешком; с каплеобразным вздутием подсемядольного колена и недоразвитым корешком; с нитевидным корешком; с сильной деформацией тканей.

Результаты исследований. В ходе исследований установлено, что анализируемые семена подсолнечника имели достаточно высокую энергию прорастания от 80,3 до 97,0 %, лабораторную всхожесть на уровне 91,6–98,0 %, количество нормальных проростков достигало 96,0 %, аномальных – не превышало 14,1 % в зависимости от года исследования (таблица 1).

Посевные качества семян подсолнечника в 2013 г. были ниже, чем в последующие годы, на что, по нашему мнению, повлияли абиотические факторы 2012 г. в период формирования урожая семян. Так, в третьей декаде августа – первой декаде сентября (конец созревания – уборка) отмечался повышенный температурный режим и недостаток влаги, ГТК составил 1,7. В этот период наблюдалось интенсивное развитие альтернариоза на корзинках подсолнечника, что и обеспечило заражение семян. В последующие годы (2014–2022 гг.) исследований отмечался более высокий процент (78,9–94,0 %) здоровых проростков подсолнечника.

Таблица 1 – Посевные качества семян подсолнечника (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», Минский район)

Год	ЭП, %	В, %	Нормальные проростки, %.			Аномальные проростки, %			Н., %
			всего	в том числе		всего	в том числе		
				здор.	бол.		здор.	бол.	
2013	80,3	91,6	77,5	41,4	36,1	14,1	9,1	5,0	8,4
2014	94,3	97,5	92,0	88,0	4,0	5,5	3,3	2,2	2,5
2015	91,5	97,1	87,5	82,6	4,9	9,6	6,6	3,0	2,9
2016	93,1	95,3	84,1	80,1	4,0	11,2	4,2	7,0	4,7
2017	94,3	95,9	86,3	80,0	10,0	9,6	3,9	5,7	4,1
2018	95,2	96,4	86,3	78,9	7,4	10,1	5,6	4,5	3,6
2019	95,0	98,0	92,0	86,0	6,0	6,0	5,0	1,0	2,0
2020	94,5	98,0	96,0	94,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
2021	95,5	96,5	94,5	93,0	1,5	2,0	1,0	1,0	3,5
2022	97,0	97,0	96,0	92,5	3,5	1,0	0,0	1,0	3,0

Примечания: ЭП – энергия прорастания, В – лабораторная всхожесть, здор. – здоровые, бол. – больные, Н. – непроросшие семена.

Высокие посевные качества отмечались у гибридов ЛГ5543КЛ, Везувий, НК Долби, Тристан и НК Фортими (лабораторная всхожесть 98,0–100 %). Минимальное количество аномальных проростков отмечалось у сорта Ясень (2,0 %), а максимальное у гибрида Агат – 21,0 %.

Согласно результатам фитоэкспертизы, проведенной с использованием агаризованной питательной среды, семена подсолнечника были заражены возбудителями альтернариоза (*Alternaria* spp.), серой гнили (*B. cinerea*), фузариоза (*Fusarium* spp.), а также сапрофитными грибами (*Cladosporium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp.). За годы исследований общая инфицированность семян находилась в пределах 20,8–72,9 % (таблица 2). Высокий процент контаминации грибами рода *Alternaria* отмечался в 2015 г. Определяющим фактором, влияющим на наличие инфекции в семенном материале, были погодные условия

периода вегетации культуры (2014 г.), где в период созревания отмечалось высокое поражение корзинок подсолнечника альтернариозом (62,5–73,8 %).

Таблица 2 – Инфицированность семян подсолнечника (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Инфицированность, %				
	общая	в том числе грибами			
		<i>Alternaria</i> spp.	<i>B. cinerea</i>	<i>Fusarium</i> spp.	прочие
2013	33,3	15,0	7,0	6,5	4,8
2014	30,8	19,5	0,0	2,3	9,0
2015	72,9	56,6	0,9	0,4	15,0
2016	37,6	19,3	0,4	3,6	14,3
2017	35,7	17,9	11,7	1,3	4,8
2018	40,3	23,1	12,0	0,7	4,5
2019	22,6	18,4	1,0	1,2	3,0
2020	26,6	22,5	0,0	1,5	2,6
2021	20,8	12,4	4,3	2,1	2,0
2022	31,3	24,5	0,6	1,0	5,2

Примечание – Прочие: *Cladosporium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp.

Определено, что посевной материал подсолнечника ежегодно инфицирован грибами *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp., а также сапрофитными грибами, вызывающими плесневение семян. Зараженность семян грибом *B. cinerea* не отмечалась в 2014 и 2020 гг., вследствие депрессивного (не более 1,2 %) развития серой гнили на корзинках подсолнечника в предшествующие вегетационные периоды. Семена ЛГ5543КЛ имели более низкий уровень контаминации грибами рода *Alternaria*, в среднем 8,2 %.

В течение 2013–2016 гг. проводилась также фитоэкспертиза семян подсолнечника масличного урожая 2012–2015 гг., выращенных на опытном поле РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области. Установлено, что общая инфицированность семян была в пределах 30,3–72,9 %, в зависимости от года получения урожая семян. Определяющим фактором, влияющим на наличие инфекции в семенном материале, были погодные условия периода вегетации культуры (таблица 3).

Лимитирующим фактором, влияющим на инфицированность семян подсолнечника, является среднесуточная температура воздуха (19,0–20,0 °С) и сумма осадков (110–140 мм) в период бутонизация – цветение ($r = 0,98$).

Таблица 3 – Влияние абиотических факторов на инфицированность семян подсолнечника масличного (РНДУП «Полесский институт растениеводства», Мозырский район, 2012–2016 гг.)

Среднесуточная температура воздуха (x_1) и средняя сумма осадков (x_2) за месяц	
начало бутонизации – полное цветение (ст. 53-65)	
r	R^2
0,98	0,95
$Y = 1136,28 - 53,96 (x_1) - 0,16 (x_2)$	

Примечание. – r – коэффициент корреляции, R^2 – коэффициент детерминации.

В лабораторных условиях была определена интенсивность поражения проростков подсолнечника альтернариозом. Установлено, что видовой состав грибов рода *Alternaria* представлен мелкоспоровыми видами: *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *A. infectotia* E.G. Simmons. В общей структуре видов с частотой встречаемости 60,0 % доминирует гриб *A. alternata*.

Проведенные исследования по уточнению патогенных свойств грибов рода *Alternaria* позволили определить, что гриб *A. alternata* проявляет умереннопатогенные и слабopatогенные свойства, вызывая побурение корня проростка на 50,0 %, либо отмирание кончика корня. Изоляты гриба *A. tenuissima* – слабopatогенные, вызывают отмирание кончика корня проростка, грибы *A. infectotia* – непатогенные, видимых признаков поражения корня проростка не отмечено. В лабораторных условиях определено, что оптимальными температурами для роста грибов *A. alternata* и *A. tenuissima* являются +18,0...+22,0 °C, для *A. infectotia* – +18,0 °C. Специализированных на подсолнечнике крупноспоровых видов *A. helianthiinficiens* E.G. Simmons, Walcz et R.G. Roberts и *A. helianthi* (Hansford) Tubaki & Nishihara в наших исследованиях обнаружено не было.

В Беларуси альтернариоз, белая и серая гнили, фузариоз в посевах подсолнечника распространены повсеместно, но проявление болезней на растениях в значительной степени зависит от инфицированности посевного материала, гидротермических условий и устойчивости возделываемых гибридов.

Выводы. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что посевной материал подсолнечника ежегодно контаминирован грибами родов *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *B. cinerea*, а также сапротрофными грибами – *Cladosporium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp. В 2013–2022 гг. исследований инфицированность семян подсолнечника варьировала в пределах 20,8–72,9 %. Установлено, что доминирующей болезнью как в посевном материале, так и на вегетирующих растениях является альтернариоз.

Список литературы

1. Ганнибал, Ф. Б. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России / Ф. Б. Ганнибал, А. С. Орина, М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30–32.
2. Ганнибал, Ф. Б. Видовой состав, систематика и география возбудителей альтернариозов подсолнечника в России / Ф. Б. Ганнибал // Вестник защиты растений. – 2011. – № 1. – С. 13–19.
3. Ганнибал, Ф. Б. Идентификация грибов рода *Alternaria* секции *Alternaria* с помощью ПЦР / Ф. Б. Ганнибал, Д. А. Новичкова // Вестник защиты растений. – № 4 (86). – 2015. – С. 27–32.
4. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* : метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал ; науч. ред. М. М. Левитин ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб. : [б. и.], 2011. – 72 с.
5. Лукомец, В. М. Болезни подсолнечника / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков. – Краснодар : ВНИИМК, 2011. – 210 с.
6. Парфенюк, А. И. Патогенность возбудителей белой и серой гнилей и разработка методов оценки устойчивости подсолнечника к заболеваниям: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Парфенюк Алла Ивановна ; Украинский НИИ защиты растений. – Киев, 1984. – 22 с.
7. Пивень, В. Т. Защита подсолнечника от болезней / В. Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 1993. – № 1. – С. 27–28.
8. Саскевич, П. А. Распространенность болезней подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси / П. А. Саскевич, Н. В. Устинова, А. В. Пронько // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5-8 июля 2011 г. / Науч. практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.]. – Несвиж, 2011. – С. 768–773.
9. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – М. : Гос. комитет по стандартам, 1986. – 32 с.
10. Семена сельскохозяйственных культур. (Методы определения зараженности болезнями) : ГОСТ 12044-81. – М. : Гос. комитет по стандартам, 1981. – 36 с.
11. Семенов, С. М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов : справочник / С. М. Семенов. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 143–147.
12. Сухаревич, В. А. Приемы интенсификации технологии возделывания подсолнечника масличного в Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Сухаревич Владимир Александрович ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – 20 с.
13. Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника масличного в условиях Беларуси / А. М. Ходенкова, А. Н. Бобович, А. А. Запрудский, Е. С. Андронович // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. статей по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 25 марта, 7 апр., 3 июня 2016 г.) : агрономия, защита растений, технология хранения и переработки с.-х. продукции / Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. В. В. Пешко. – Гродно, 2016. – С. 222–223.
14. Ходенкова, А. М. Альтернариоз подсолнечника масличного в условиях Беларуси / А. М. Ходенкова // Актуальні проблеми та перспективи інтегрованого захисту рослин: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (7-9 лист. 2016 р., м. Київ) / НААНУ, ІЗР. – Київ, 2016. – С. 86–87.
15. Ходенкова, А. М. Биологическое обоснование системы защиты подсолнечника масличного от комплекса болезней : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Ходенкова Анна Михайловна ; Ин-т защиты растений. – аг. Прилуки Минского р-на, 2018. – 146 л.
16. Ходенкова, А. М. Комплекс болезней, встречающихся в посевах подсолнечника в Беларуси / А. М. Ходенкова // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и

микобиоты = Modern Problems in Botanical and Mycological Research: сб. ст. II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–14 нояб. 2013 г. / Белорус. гос. ун-т ; отв. ред. В. Д. Поликсенова. – Минск, 2013. – С. 324–327.

17. Ходенкова, А. М. Степень поражения и видовой состав возбудителей болезней подсолнечника масличного в условиях Беларуси / А. М. Ходенкова // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 27 марта, 15 мая 2015 г.) : Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки с.-х. продукции / Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. В. В. Пешко. – Гродно, 2015. – С. 188–189.

18. Simmons, E. G. *Alternaria: An Identification Manual* / E. G. Simmons. – Utrecht : CBS, 2007. – 775 p.

**A. M. Yakavenka, A. A. Zaprudsky, E. S. Belova, A. N. Babovich,
D. F. Privalov, I. V. Bahamolava**

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

PHYTOSANITARY STATE OF SUNFLOWER SEED MATERIAL IN BELARUS

Annotation. The paper presents the long-term data (2013–2022) on the species composition of fungi contaminating sunflower seed material in Belarus. Seed infection with *Alternaria* blight, *Fusarium* wilt, gray mold, and saprophytic fungi is determined. The main pathogens of sunflower oilseed diseases of the genera *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link., *Botrytis* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link., *Mucor* Fr., *Rhizopus* Ehrenb., and *Penicillium* Link. are identified.

Key words: sunflower, infection, pathogenicity, *Alternaria* blight, *Fusarium* wilt, grey mold, seed mold.

УДК 633.853.494"321":632.951:632.768.12

**И. В. Богомолова, А. А. Запрудский, Н. В. Лешкевич, А. М. Яковенко,
Е. В. Пенязь, А. В. Агейко**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КОМБИНИРОВАННЫЕ ИНСЕКТИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА ОТ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА

Дата поступления статьи в редакцию: 19.08.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Бречко Е. В.

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований (2018–2023 гг.) по оценке эффективности комбинированных инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса. Установлено, что двукратная обработка препаратами на основе комплекса двух или трех действующих веществ (имidakлоприд + альфа-циперметрин, имidakлоприд + бифентрин, имidakлоприд + лямбда-цигалотрин, бифентрин + тиаметоксам + альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин + ацетамиприд + клотианидин) обеспечивает снижение численности рапсового цветоеда до 69,5–95,5,0 % и получение 8,3–25,4 % достоверно сохраненного урожая семян культуры.

Ключевые слова: яровой рапс, рапсовый цветоед, инсектициды, биологическая эффективность, сохраненный урожай.

Введение. Яровой рапс является ценной масличной и кормовой культурой, отличным медоносом, а также хорошим предшественником для других сельскохозяйственных культур. Агроклиматические условия Беларуси соответствуют биологическим требованиям ярового рапса. Это позволяет выращивать его практически во всех регионах [1]. Однако культура весьма восприимчива к повреждению многими видами вредителей, что является серьезным препятствием к получению стабильно высоких урожаев.

В посевах ярового рапса одним из наиболее вредоносных фитофагов является рапсовый цветоед (*Mellegethes aeneus* F.). В условиях Беларуси данный вид дает одно поколение в год. Исследователи отмечают достоверное влияние на численность фитофага гидротермического режима вегетационного периода. Максимальная вредоносность цветоеда наблюдается в засушливые и теплые годы [7,10]. Цветоед успешно

развивается в широком диапазоне температур, но наиболее благоприятными для фитофага являются условия при +21...+26 °С и относительной влажности воздуха 70–80 %. При температуре воздуха выше 30 °С активность насекомых снижается [9].

Критической фазой в онтогенезе ярового рапса является бутонизация, поскольку наносимые в этот период рапсовым цветоедом повреждения приводят к существенному снижению урожая. Поврежденные жуками и личинками бутоны не дают завязей и опадают. При этом жуки более вредоносны, чем личинки. С началом цветения вредоносность снижается, так как вредители переходят на питание пыльцой [4]. В целом чем раньше появился вредитель на посевах рапса и чем медленнее растения проходят стадии развития до цветения, тем выше потери урожая [12].

Ущерб от рапсового цветоеда может быть весьма значительным. Потери урожая семян, по данным разных исследований, могут достигать 15–50 %, а при массовом размножении фитофага и более [8]. Поэтому даже незначительное превышение фитофагом ЭПВ требует оперативно-го проведения защитных мероприятий с использованием инсектицидов.

Выбор препаратов для защиты культуры должен определяться сочетанием их высоких токсических свойств с продолжительным периодом действия на вредителей. При проведении защитных мероприятий с использованием химических средств одной из проблем является появление резистентности вредителей к инсектицидам. Так, например, установлена устойчивость рапсового цветоеда к пиретроидам [7]. Использование комбинированных инсектицидов, содержащих два или более действующих веществ с различным механизмом действия, позволяет повысить начальную токсичность препарата, продлить период защитного действия и снизить риск развития устойчивости к препарату у насекомых [11].

Учитывая высокую вредоносность рапсового цветоеда, расширение ассортимента инсектицидов для защиты посевов культуры за счет комбинированных препаратов является актуальным.

Целью исследований являлась оценка эффективности двух- и трех-компонентных инсектицидов для расширения ассортимента препаратов против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке эффективности инсектицидов проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район) в посевах ярового рапса сортов Герцог (2018–2021 гг.) и Верас (2022–2023 гг.). Почвы опытного участка дерново-подзолистые, средне-суглинистые. Предшественниками ярового рапса в годы исследований были зерновые культуры. Сев был осуществлен в третьей декаде апреля (2020 г.), в первой декаде мая (2018, 2021, 2023 гг.) и в третьей декаде мая

(2019, 2022 гг.). Агротехника общепринятая для возделывания ярового рапса в центральной агроклиматической зоне Беларуси [6]. Площадь опытной делянки – 15 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Инсектициды применяли в период бутонизации культуры (ВВСН 50–55) при достижении пороговой численности рапсового цветоеда (3–5 особей/растение) с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Учеты численности вредителей и расчет эффективности инсектицидов проводили в соответствии с «Методическими указаниями ...» [5]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли согласно рекомендациям Б. А. Доспехова [3] с помощью программы Microsoft Excel.

Согласно данным метеорологических наблюдений, в 2018–2023 гг. погодные условия в период вегетации ярового рапса были неоднородными. В весенне-летний период 2018 г. преобладал повышенный температурный режим с недостаточным количеством осадков. Сильные дожди ливневого характера наблюдались только во второй декаде мая, первой и второй декадах июня и в третьей декаде августа. В первой декаде мая отмечалась жаркая погода с температурой воздуха на 5,3 °С выше среднемноголетней и отсутствием осадков. Во второй и третьей декадах температура превышала норму на 2,4–4,4 °С. При этом, во второй декаде наблюдалось избыточное (129,0 %), а в третьей – недостаточное количество осадков (1,7 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха в июне превышала среднемноголетние значения на 0,2–2,1 °С. На протяжении всего месяца наблюдался дефицит осадков. В июле преобладал повышенный температурный режим с часто проходящими дождями. В августе температурные показатели также были выше среднемноголетних значений. Осадки в течение месяца выпадали неравномерно.

Вегетационные условия 2019 г. характеризовались неравномерным распределением гидротермических ресурсов. Повышенный температурный фон первой половины вегетации сменился резким похолоданием в июле. Избыточное количество осадков наблюдалось в начале мая, конце июля и в первой-второй декадах августа. Конец мая и первая-вторая декады июня 2019 г. отличались дефицитом осадков на фоне высоких дневных температур воздуха (+26...+34 °С). В конце июня и до середины июля отмечено резкое понижение среднесуточной температуры воздуха на 2,4–3,3 °С от нормы с суммой осадков ниже уровня среднемноголетних данных. В третьей декаде температура была в пределах нормы, сумма осадков несколько превышала ее. Август характеризовался избыточным количеством осадков, которое составило 149,3 % от нормы и среднесуточной температурой воздуха близкой к среднемноголетней.

В 2020 г. в период вегетации наблюдалась преимущественно прохладная и сухая погода, за исключением жаркого и влажного июня. В мае 2020 г. среднесуточная температура воздуха была на 2,3 °С ниже средне многолетних значений, сумма осадков была на уровне или меньше климатической нормы. В первой декаде июня температура превышала норму на 0,7 °С, второй – на 4,0 и третьей – на 3,7 °С, осадков выпало 164,0 203,4 и 106,4 %. В первой декаде июля показатели метеоусловий были в пределах нормы, во второй и третьей – температура воздуха ниже средне многолетних значений, соответственно, на 1,8 и 1,7 °С при недостаточном количестве осадков (50,3 и 59,4 % от нормы). Особенностью погодных условий августа являлось значительное колебание среднесуточных температур, а также количества выпавших осадков. Температура воздуха в августе была близкой к средне многолетней. Количество выпавших за месяц осадков составило 92,6 % от нормы.

Май 2021 г. был холодным со среднесуточной температурой воздуха на 1,7 °С ниже нормы. В начале месяца наблюдались ночные заморозки до –2 °С. Выпадение осадков было неравномерным. В начале июня установилась жаркая и сухая погода, которая наблюдалась до середины лета. Температура воздуха превышала средне многолетние показатели на 3,9 °С, количество выпавших за месяц осадков составило 68,2 % от нормы. Июль также характеризовался повышенным температурным фоном (на 4,6 °С выше средне многолетней) и неравномерным распределением осадков в течение месяца. Во второй декаде июля количество выпавших осадков превысило норму. Температура воздуха в августе была близкой к средне многолетней. Количество выпавших за месяц осадков составило 92,6 % от нормы.

Особенностью метеоусловий 2022 г. являлась низкая температура воздуха в мае в сочетании с избыточным увлажнением. В течение июня наблюдался рост показателей температуры при неравномерном распределении осадков по декадам. Температура воздуха июня была на 2,0 °С выше средне многолетней, количество выпавших осадков составило 56,4 %. При этом в течение месяца наблюдался рост показателей температуры при неравномерном распределении осадков по декадам (23,5, 81,0 и 60,0 %, соответственно). Температурный режим и влагообеспеченность в июле были на уровне средне многолетних показателей, однако значительно варьировали по декадам. Если в первой декаде температура воздуха была на 1,8 °С выше средне многолетней, то во второй и третьей ниже на 2,9 и 0,7 °С. Сумма выпавших осадков составила 91,9, 162,0 и 50,4 % от нормы. В августе средняя температура воздуха была на 2,8 °С выше климатической нормы при недостаточном увлажнении (21,5 % от нормы).

Условия вегетационного сезона 2023 г. характеризовались в основном теплой и сухой погодой. Лишь в конце июля – начале августа влагообеспеченность была выше средне многолетних значений.

Средняя температура воздуха в мае составила +13,3 °С, что соответствовало климатической норме. В течение месяца наблюдался дефицит осадков (10,5 % от нормы). Температура воздуха летних месяцев была на 1,1–3,1 °С выше многолетних данных. Температура первой декады июня была на уровне среднемноголетних значений, во второй и третьей декадах – превышала их на 3,5 и 2,5 °С соответственно. Сумма выпавших осадков составила 32,6 % от нормы. Температурный режим в июле был в основном на уровне среднемноголетних показателей, влагообеспеченность значительно варьировала по декадам. Среднесуточная температура августа была выше средних многолетних значений на 3,1 °С, а обильные осадки составили 147,4 % от нормы.

В исследование по изучению эффективности инсектицидов для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда были включены 5 препаратов на основе комбинаций различных действующих веществ, относящихся к классам неоникотиноиды (ацетамиприд, имидаклоприд, клотианидин, тиаметоксам) и пиретроиды (альфа-циперметрин, бифентрин, лямбда-цигалотрин) (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень инсектицидов, включенных в исследование

Годы исследований	Торговое название, норма расхода, л/га	Действующие вещества, содержание в препарате, г/л
<i>Двухкомпонентные</i>		
2018–2019	Эсперо, КС (0,1–0,15)	имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л
2021	Галил, КС (0,1–0,15)	имидаклоприд, 250 г/л + бифентрин, 50 г/л
2022–2023	Имидашанс Плюс, СК (0,08–0,1)	имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л
<i>Трехкомпонентные</i>		
2020–2021	Беретта, МД (0,3–0,4)	бифентрин, 60 г/л + тиаметоксам, 40 г/л + альфа-циперметрин, 30 г/л
2021–2022	Декстер Турбо, СЭ (0,15–0,2)	лямбда-цигалотрин, 106 г/л + ацетамиприд 115 г/л + клотианидин, 70 г/л

Расчет биологической эффективности инсектицидов против рапсового цветоеда производили по формуле Аббота (1925) [5]:

$$\mathcal{E} = \frac{K - O}{K} \times 100,$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, выраженная процентом снижения численности фитофага с поправкой на контроль; K – число живых особей в варианте без применения инсектицида на данный срок учета; O – число живых особей в опытном варианте на данный срок учета.

Результаты и их обсуждение. В период проведения исследований агрометеорологические показатели были неоднородными и отличались

как от среднеголетних значений, так и между собой по годам, но в целом были относительно благоприятными для развития ярового рапса и распространения рапсового цветоеда в посевах культуры. Появление фитофага в посевах ярового рапса в 2018–2023 гг. отмечалось в период от завершения стеблевания до полной бутонизации культуры (ВВСН 39–59). Численность его варьировала в зависимости от погодных условий года исследования. Перед проведением инсектицидных обработок в вариантах без применения инсектицида плотность рапсового цветоеда составляла от 3,1 до 9,8 ос./растение (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика численности рапсового цветоеда в посевах ярового рапса в вариантах без применения инсектицида (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Численность имаго рапсового цветоеда, ос./растение					
	Перед обработкой		День учета после обработки			
	1-я	2-я	1-я		2-я	
			3	7	3	7
2018	5,0	9,8	4,6	9,8*	6,4	3,6
2019	3,6	6,1	5,8	6,1	–	–
2020	5,4	6,6	5,3	6,6	6,2	4,3
2021	3,6	6,2	4,5	6,2	4,6	2,9
2022	3,1	5,8	3,8	5,7	3,6	1,8
2023	5,2	9,3	6,1	9,3*	5,7	5,0

Примечания: 1. «*» учет после обработки проводился на 5-й день; 2. «–» обработка не проводилась.

Жаркие и сухие гидротермические условия в начале вегетационного сезона 2018 г. привели к снижению запасов влаги в почве, что оказало отрицательное влияние на развитие растений ярового рапса. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» начало лета рапсового цветоеда было отмечено в первых числах июня. Во второй декаде июня в начале бутонизации культуры (ВВСН 50) численность рапсового цветоеда достигла пороговой величины (ЭПВ – 3,0–5,0 ос./растение) и перед обработкой в среднем составила 5,0 ос./растение. Через три дня после применения инсектицида Эсперо, КС численность вредителя снижалась на 78,3–84,8 %. Сочетание повышенного температурного режима с дефицитом осадков способствовало дальнейшему активному заселению посевов, в результате чего на пятый день после обработки наблюдалось восстановление пороговой численности вредителя во всех вариантах опыта и снижение эффективности инсектицида до 50,0 %, что вызвало необходимость проведения повторной обработки. На третий день после второй обработки биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС составила 81,3 % в норме расхода 0,1 л/га и 89,1 % в норме расхода 0,15 л/га, на седьмой день в варианте с максимальной нормой применения исследуемого препарата – 77,8 %, с минимальной – 69,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов в защите ярового рапса от рапсового цветоеда (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Год	Препарат	Норма расхода	Снижение численности вредителей (дни после обработки), %			
			1-я обр.		2-я обр.	
			3-й	7-й	3-й	7-й
2018	Эсперо, КС	0,1	78,3	50,0*	81,3	69,5
		0,15	84,8	50,0*	89,1	77,8
2019		0,1	87,8	85,2	—	—
		0,15	84,5	91,8	—	—
2020	Беретта, МД	0,3	65,6	—	90,5	84,7
		0,4	67,0	—	94,3	83,5
2021		0,3	87,8	45,9	87,2	76,8
		0,4	93,2	49,2	91,5	80,4
2021	Галил, КС	0,1	87,8	46,8	87,2	78,6
		0,15	89,8	50,0	91,5	80,4
	Декстер Турбо, СЭ	0,15	90,4	44,5	95,5	85,0
		0,2	95,8	49,2	93,2	86,7
2022	Имидашанс Плюс, СК	0,08	77,8	40,4	79,2	71,1
		0,1	88,1	47,4	89,6	76,3
2023		0,08	91,8	61,3*	93,0	84,0
		0,1	93,4	64,5*	94,7	92,0

Примечания: 1. «*» учет после обработки проводился на 5-й день; 2. «—» обработка не проводилась.

В 2019 г. первые особи имаго рапсового цветоеда на опытном участке появились в середине июня в начале бутонизации ярового рапса (ВВСН 51). Оптимальными для жизнедеятельности фитофага являются среднесуточная температура воздуха + 21–26 °С и относительная влажность воздуха 70–80 % [3, 4]. В первой–второй декадах июня вегетационные условия с дефицитом осадков на фоне высоких дневных температур воздуха (+26...+34 °С) были не совсем благоприятны как для развития культуры, так и для рапсового цветоеда. Численность вредителя нарастала медленно и перед обработкой, которая была проведена в середине бутонизации (ВВСН 51–53) в конце второй декады июня, несколько превышала минимальное значение экономического порога вредоносности и составила 3,6 ос./растение. На третий день после обработки в варианте без применения инсектицида насчитывалось 5,8 ос./растение, на седьмой – 6,1. Снижение численности рапсового цветоеда на третий день после применения препарата Эсперо, КС в

норме расхода 0,1 л/га составило 87,8 %, 0,15 л/га – 84,5 %. На седьмой день эти показатели составили 85,2 % и 91,8 %. Поскольку к моменту завершения учетов после обработки яровой рапс находился в фазе завершения бутонизации – начала цветения (ВВСН 59–60), а биологическая эффективность изучаемого инсектицида сохранялась на достаточно высоком уровне, проведение повторной обработки было нецелесообразно.

Начало лета рапсового цветоеда в 2020 г. отмечено в конце фазы стеблевания ярового рапса (ВВСН 39). Особенностью погодных условий этого периода являлось сочетание повышенного температурного режима с избыточным выпадением осадков. Такие гидротермические условия не способствовали массовому развитию фитофага. Численность рапсового цветоеда превысила значение экономического порога вредоносности только когда цветонос главного стебля растений рапса достиг высоты верхних листьев (ВВСН 52), после чего в конце второй декады июня была проведена инсектицидная обработка. Частые ливневые дожди, наблюдавшиеся в период после обработки, оказали негативное влияние на эффективность инсектицидов. Данные первого учета после применения препаратов показали, что в результате дальнейшего заселения посевов культуры вредителем, его численность (4,8–5,8 ос./растение) во всех вариантах опыта превышала пороговую, биологическая эффективность инсектицида Беретта, МД была на уровне 65,6–67,0 %, в связи с чем было принято решение о проведении повторной обработки через три дня после первой. На третий день после второй обработки в варианте без применения инсектицида насчитывалось 6,2 ос./растение имаго вредителя, на седьмой день его численность снизилась до 4,3 ос./растение. На дату первого учета биологическая эффективность инсектицида Беретта, МД в нормах расхода 0,3 и 0,4 л/га составила 90,5 % и 94,3 %. На седьмой день после проведения повторной обработки показатели снижения численности в исследуемых вариантах уменьшились до 83,5–84,7 %.

Май 2021 г. характеризовался низкими среднесуточными температурами, избыточным количеством осадков в первых двух декадах и ночными заморозками в начале месяца, что значительно задержало появление всходов ярового рапса и его дальнейшее развитие. Низкую численность рапсового цветоеда в начале заселения можно объяснить холодной и дождливой погодой в этот период. Теплая и сухая погода в июне способствовала нарастанию плотности фитофага. Перед первой обработкой, проведенной в начале третьей декады июня (фаза бутонизации культуры, ВВСН 53), в посевах насчитывалось от 3,6 ос./растение имаго вредителя, перед второй – 6,2 ос./растение в варианте без обработки. В результате исследований установлено, что на третий день после однократного и двукратного применения инсектицидов биологическая эффективность препаратов Беретта, МД, Галил, КС и Декстер

Турбо, СЭ составила 87,2–95,8 %. На седьмой день после повторной обработки (фаза цветения культуры ВВСН 62) численность рапсового цветоеда снизилась до 2,9 ос./растение при биологической эффективности исследуемых инсектицидов на уровне 76,8–86,7 %.

В условиях холодной и затяжной весны 2022 г. посев ярового рапса на опытном поле РУП «Институт защиты растений» был проведен позже оптимальных сроков. Заселение культуры рапсовым цветоедом началось только в конце июня. Численность фитофага была относительно невысокой и превысила максимальное значение экономического порога вредоносности в необработанном варианте при проведении второго учета. Перед проведением первой обработки (первая декада июля, фаза бутонизации культуры, ВВСН 55) в варианте без применения инсектицида насчитывалось 3,1 ос./растение имаго вредителя, второй (начало второй декады июля, ВВСН 57) – 5,8 ос./растение. На третий день после проведения первой обработки численность рапсового цветоеда в варианте с применением инсектицида Имидашанс Плюс, СК в норме расхода 0,08 л/га снизилась на 77,8 %, после второй – на 79,2 %. При использовании максимальной нормы расхода препарата (0,1 л/га) эти показатели составили 88,1 и 89,6 %. Через семь дней после второй обработки биологическая эффективность инсектицида Имидашанс Плюс, СК была на уровне 71,1–76,3 %.

Гидротермические условия вегетационного периода 2023 г. с преобладанием повышенных температур были благоприятны для развития рапсового цветоеда, численность которого достигла пороговой величины (ЭПВ – 3–5 ос./растение) во второй декаде июня в период начала бутонизации культуры (ст. ВВСН 50). Первая инсектицидная обработка была проведена при средней численности имаго вредителя 5,2 ос./растение. Инсектицид Имидашанс Плюс, СК показал достаточно высокую начальную биологическую эффективность, которая на третий день после обработки составила 91,8–93,4 %. Погодные условия были благоприятны для дальнейшего увеличения численности и вредоносности фитофага. Через пять дней после обработки на фоне увеличения численности имаго вредителя в варианте без применения инсектицидов (9,3 ос./растение) во всех вариантах опыта отмечалось снижение эффективности препаратов до 61,3–64,5 %, что вызвало необходимость проведения второй обработки. Через три дня после второй обработки в исследуемых вариантах биологическая эффективность составила 93,0–94,7 %, через семь – на 84,0–92,0 %.

Данные опытов свидетельствуют о положительном влиянии исследованных инсектицидов на сохранение урожая вследствие эффективного снижения численности рапсового цветоеда в посевах ярового рапса (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность инсектицидов в защите ярового рапса от рапсового цветоеда (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Год	Вариант, норма расхода, л/га	Урожайность семян, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
2018	Без применения инсектицида	23,4		–
	Эсперо, КС, 0,1	26,1	2,7	11,5
	Эсперо, КС, 0,15	26,5	3,1	13,3
	НСР ₀₅	2,7		
2019	Без применения инсектицида	25,0		–
	Эсперо, КС, 0,1*	27,5	2,5	10,0
	Эсперо, КС, 0,15*	27,5	2,5	10,0
	НСР ₀₅	2,3		
2020	Без применения инсектицида	15,9		–
	Беретта, МД, 0,3	19,1	3,2	20,1
	Беретта, МД, 0,4	19,5	3,6	22,7
	НСР ₀₅	2,3		
2021	Без применения инсектицида	12,6		–
	Беретта, МД, 0,3	14,9	2,3	18,2
	Беретта, МД, 0,4	15,8	3,2	25,4
	НСР ₀₅	2,0		
	Декстер Турбо, СЭ, 0,1	14,3	1,7	13,5
	Декстер Турбо, СЭ, 0,2	14,8	2,2	17,5
	НСР ₀₅	1,0		
	Без применения инсектицида	12,7		–
	Галил, КС, 0,1	14,8	2,1	16,5
	Галил, КС, 0,2	15,0	2,3	18,1
	НСР ₀₅	2,0		
2022	Без применения инсектицида	14,4		–
	Имидашанс Плюс, СК, 0,1	15,6	1,2	8,3
	Имидашанс Плюс, СК, 0,15	16,2	1,8	12,5
	НСР ₀₅	0,8		
2023	Без применения инсектицида	8,6		–
	Имидашанс Плюс, СК, 0,1	9,9	1,3	15,1
	Имидашанс Плюс, СК, 0,15	10,0	1,4	16,3
	НСР ₀₅	0,7		

* Однократная обработка.

Заключение. Результаты исследований свидетельствуют о том, что комбинированные двухкомпонентные (Галил, КС, Имидашанс Плюс, СК, Эсперо, КС) и трехкомпонентные (Беретта, МД, Декстер Турбо, СЭ) инсектициды при двукратном их применении способствовали

снижению численности рапсового цветоеда на 69,5–92,0 % в течение недели после второй обработки с сохранением от 8,3 до 25,4 % урожая семян ярового рапса.

Все изученные препараты включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и могут использоваться для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда [2].

Список литературы

1. Головач, А. А. Теоретические аспекты и направления интенсификации возделывания озимого и ярового рапса / А. А. Головач // *Аграрная экономика*. – 2017. – № 5 (264). – С. 47–55.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2023. – 801 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков : рекомендации / С. В. Сорока, А. А. Запрудский, В. В. Агейчик [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2016. – 124 с.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – аг. Прилуки, Минский район : [б. и.], 2009. – 320 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических растений : сб. отрасл. регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред.: В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 532 с.
7. Рапс и сурепица : (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар, Л. Адам, Г. Власенко [и др.] ; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., пер. и расш. – М. : [б. и.], 2007. – 320 с.
8. Федотов, В. А. Рапс России / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, В. П. Савенков. – М.: Агролига России, 2008. – 336 с.
9. Чурикова, В. Г. Биолого-токсикологическое обоснование системы применения инсектицидов в борьбе с вредителями ярового рапса в левобережной зоне Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Чурикова Вера Геннадиевна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2011. – 19 с.
10. Саскевич, П. А. Эколого-биологическое обоснование защиты ярового рапса от вредителей, болезней и сорной растительности : монография / П. А. Саскевич ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. управление образования, науки и кадров, Бел. гос. с.-х. акад. – Горки : БГСХА, 2013. – 267с.
11. Эффективность применения инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса / А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, С. А. Гайдарова, Е. В. Стрелкова // *Защита растений* : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – Вып. 48. – С. 225–233.
12. Эффективность Галила на рапсе / ADAMA. – URL: <https://www.adama.com/russia/ru/effektivnost-preparatov/effektivnost-galilar-na-rapse> (дата обращения: 05.09.2025).

***I. V. Bahamolaya, A. A. Zaprudsky, N. V. Leshkevich, A. M. Yakavenka,
E. V. Penyaz, A. V. Ageyko***

RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

COMBINED INSECTICIDES FOR PROTECTING SPRING RAPE FROM FLOWER BEETLE

Annotation. The article presents the results of long-term studies (2018–2023) to assess the effectiveness of combined insecticides against rape blossom beetle in spring rape crops. It was found that double treatment with preparations based on a complex of two or three active substances (imidacloprid + alpha-cypermethrin, imidacloprid + bifenthrin, imidacloprid + lambda-cyhalothrin, bifenthrin + thiamethoxam + alpha-cypermethrin, lambda-cyhalothrin + acetamiprid + clothianidin) ensures a decrease in the number of rape blossom beetle to 69,5–92,0% and obtaining 8,3–26,3% of reliably preserved seed yield of the crop.

Key words: spring rape, rape blossom beetle, insecticides, biological efficiency, preserved harvest.

С. В. Бойко, М. Г. Немкевич

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ ПРИ ПОМОЩИ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.08.2025

Рецензент: канд. биол. наук Гаджиева Г. И.

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований по эффективности препаратов для предпосевной обработки семян кукурузы инсектицидного действия на основе имидаклоприда, 600 г/л (Имидашанс-С, КС, Койот, КС, Сидоприд, ТКС) и 200 г/л (Имидор Про, КС и Командор, ВР); тиаметоксама, 600 г/л (Харита, КС) для защиты растений культуры в начальный период развития от личинок щелкунов родов *Agriotes*, *Athous* и *Selatosomus*. Биологическая эффективность по снижению поврежденности растений вредителем составила 82,5–90,5 %.

Основная масса яйцекладок *Ostrinia nubilalis* Hbn. (22,6 %) отмечена на 7-м листе, на 6-м – 20,6, на 4-м – 16,2 %. При обработке вегетирующих растений однокомпонентными инсектицидами с д.в. хлорантранилипрол поврежденность стеблей кукурузы гусеницами фитофага снизилась на 82,4–96,2 %, с д.в. спинеторам – на 95,9–100 %, двухкомпонентными препаратами с д.в. имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л – на 86,2–93,1 %, лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л – на 96,2–100 %. За счет снижения вредоносности вредного объекта сохранено 4,3–13,0 ц/га зерна (5,7–14,1 %) по сравнению с вариантом без применения препарата.

Ключевые слова: кукуруза, вредители, щелкуны, стеблевой кукурузный мотылек, численность, препараты для предпосевной обработки семян, инсектициды, эффективность.

Введение. В последние годы на территории Республики Беларусь отмечен стабильный рост посевных площадей кукурузы на зерно (рисунок 1).

Так, в 2015 г. она занимала 2,1 % посевных площадей всех зерновых культур, тогда как в 2024 г. — 16,5 %. Биологические особенности культуры позволяют возделывать ее в разных агроклиматических зонах страны со средней урожайностью зерна 65,5 ц/га, однако существенное влияние на урожай и качество зерна оказывают вредители [5]. В первую очередь, к ним относятся щелкуны, которые питаются растениями различных ботанических групп. Среди жуков-щелкунов (Coleoptera: Elateridae) в посевах культуры в Беларуси встречаются щелкуны

посевные (род *Agriotes*), шелконы-темнокрылы (род *Athous*) и шелконы-широкотелы (род *Selatosomus*). В период от прорастания семян до начала стеблевания вредители проделывают сквозные ходы в семенах и подземных частях стеблей, перегрызают корни. Чаще всего растения повреждаются в стадии 2–6 листьев, однако летом, в сухую жаркую погоду — и на более поздних этапах развития. В результате питания проволочники более ощутимо снижают урожай кукурузы, чем у зерновых культур из-за точного высева семян (7–10 растений/м пог.) [2].

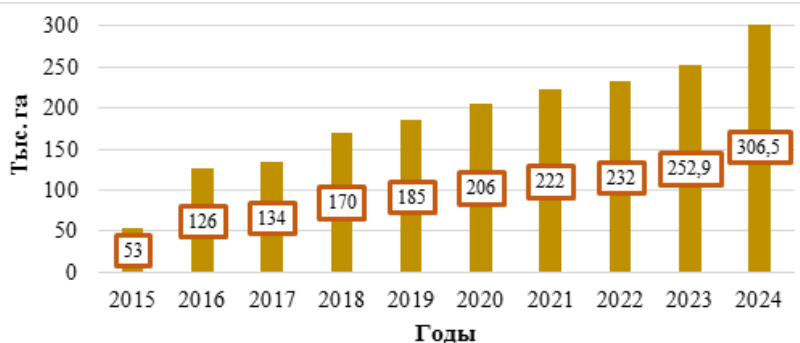


Рисунок 1 – Посевные площади кукурузы на зерно в Республике Беларусь (по данным Национального статистического комитета РБ)

Размер проделанного личинкой хода в растении меньше диаметра стебля кукурузы, однако при повреждении нарушается проводящая система, что сопровождается отставанием в росте, но само растение не погибает. Если присутствует нескольких ходов, наблюдается надлом стебля. Следует отметить, что при обнаружении уже поврежденных личинками шелконов растений не существует эффективных мероприятий по борьбе с ними, поэтому единственным вариантом для защиты растений является обработка семян перед посевом [2, 11].

Начиная с 8–10 листьев до полной восковой спелости, наиболее вредоносным объектом в агроценозе кукурузы является стеблевой кукурузный мотылек (*Lepidoptera*: *Crambidae*: *Ostrinia nubilalis* Hbn., СКМ), который вызывает повреждения вегетативных и генеративных органов растений (листья, метелки, стебли, початки). Вредитель распространен по всей территории Республики Беларусь, устойчивые очаги высокой численности и вредоносности фитофага ежегодно отмечаются в Брестской, Гомельской и Минской областях [1].

По данным А. Кейта (1992), потери урожая зерна кукурузы при повреждении стеблей одной гусеницей вредителя составляют 3,4–4,0 ц/га,

двумя гусеницами – 7,2–9,8 ц/га [4]. По другим данным, гусеницы этого вида могут снизить урожайность зерна кукурузы на 10,0–30,0 %, в отдельных случаях – на 70,0–80,0 % [12].

Оптимальный срок инсектицидной обработки против фитофага – массовая яйцекладка. При принятии решения об использовании инсектицидов необходимо ориентироваться на ЭПВ (2–3 яйцекладки/100 растений, убираемых на зеленую массу и 1–2 яйцекладки/100 растений, убираемых на зерно). Обычно период внесения инсектицидов наступает в I декаде июля (стадия 8–9 листьев) и продолжается до конца месяца. Таким образом, обработки охватывают лёт, яйцекладку и отрождение гусениц первого и второго возраста [10].

Целью исследований являлась оценка влияния препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов в период вегетации на поврежденность культуры личинками жуков-щелкунов и личинками (гусеницами) стеблевого кукурузного мотылька.

Материалы и методы исследований. Исследования против проволочников выполнялись в 2023–2024 гг. путем закладки полевых мелкоделяночных (опытное поле РУП «Институт защиты растений») и от стеблевого кукурузного мотылька – в полевых и производственных (сельскохозяйственные организации республики) опытах по общепринятым в защите растений методикам. До посева кукурузы в конце апреля – начале мая определяли численность личинок жуков Elateridae методом почвенных раскопок на глубину от 10 до 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого диаметром 11,3 см (площадь рабочей поверхности 0,01 м²). Пробы располагали по участку равномерно. Во всех случаях выбирали почву из пробы послойно – первые 5 см, затем по 10 см. Пробы рассыпали на полиэтиленовую пленку, а затем тщательно перебирали руками, вынимая попадающихся насекомых и другие объекты. Учитывали личинок щелкунов всех возрастов [7]. Разнообразие видов личинок щелкунов осуществляли согласно определителю Б. М. Мамаева (1972) [6].

Подсчет яйцекладок стеблевого кукурузного мотылька осуществляли на 25 стеблях (по 5 стеблей в 5 пробах) в каждой повторности мелкоделяночного опыта и на 100 стеблях (по 5 стеблей в 20 пробах) в каждой повторности производственного опыта [7, 8].

Оценку биологической эффективности препаратов по снижению поврежденности растений личинками щелкунов и гусеницами стеблевого кукурузного мотылька в сравнении с вариантом без применения препарата определяли по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, выраженная процентом снижения поврежденности растений, %; A – поврежденность растений в варианте без применения препарата, %; B – поврежденность растений в варианте, %.

Фенологические фазы развития кукурузы устанавливали согласно «Определителю фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН» [9].

Статистическую обработку полученных результатов исследований осуществляли по Б.А. Доспехову (1985) [3] и программе ODA.

Результаты и их обсуждение. Анализ почвенных проб перед посевом кукурузы на опытном поле РУП «Институт защиты растений» показал, что в 2023 г. на опытных делянках численность проволочников до посева кукурузы составила 24,3 ос./м² почвы (ЭПВ при возделывании культуры на зерно 12,0 ос./м² почвы). В возрастной структуре популяции встречались личинки I года жизни (45,5 % от всех отловленных личинок), II (27,3 %), III (9,1 %) и IV (18,1 %) годов жизни. Доминировали личинки щелкунов родов *Agriotes* (72,7 %) и *Selatosomus* (27,3 %). В 2024 г. в опытных делянках численность проволочников до посева кукурузы составила 18,0 ос./м² почвы. В возрастной структуре преобладали личинки III и I годов жизни (39,1 и 25,5 % соответственно), особи II и IV годов жизни занимали 17,3 и 18,1 % соответственно. Доминировали личинки щелкунов родов *Athous* (42,1 %) и *Selatosomus* (57,9 %).

Погодные условия, сложившиеся в годы исследований в период сева и начального роста кукурузы, благоприятно сказывались на развитии щелкунов в легкосуглинистой почве в центральном регионе Беларуси. Так, в III декаде мая 2023 г. среднесуточная температура воздуха составила +16,2 °С, что на 1,4 °С выше среднегодовых значений на фоне полного отсутствия осадков, в I декаде июня – +15,6 °С (в первые дни декады среднесуточная температура воздуха поднималась до +17,2 °С, в дневные часы – до +24,8 °С), осадки отсутствовали, что не способствовало быстрому развитию растений кукурузы. На фоне среднесуточной температуры воздуха +16,4 °С и полного отсутствия осадков в первой половине II декады июня отмечался дальнейший активный рост культуры и при наступлении стадии 5–6 листьев проявились повреждения растений личинками почвообитающих вредителей.

Теплая (температура воздуха в дневные часы поднималась до +24,9 °С) и сухая (осадки отсутствовали) погода II декады мая в 2024 г. способствовали активному питанию личинок щелкунов. В III декаде мая среднесуточная температура воздуха составила +19,3 °С

(выше среднеоголетних значений на 5,4 °С) на фоне почти полного отсутствия дождя, благоприятствовали увеличению вредоносности фитофагов. В I декаде июня среднесуточная температура воздуха составила +17,1 °С, что на 2,0 °С выше среднеоголетних значений, ливневые дожди отмечены во второй половине декады (05.06. и 10.06. выпало 21,4 мм или 89,2 % нормы), такие условия положительно влияли на рост растений кукурузы.

Результаты, полученные в условиях опытного поля, свидетельствуют о нормативной эффективности одноконтонентных препаратов из химической группы неоникотиноиды с действующими веществами имидаклоприд, 200 г/л (Имидор Про, КС, Командор, ВРК) и 600 г/л (Имидашанс-С, КС, Койот, КС, Сидоприд, ТКС), тиаметоксам, 600 г/л (Харита, КС) в различных нормах расхода в снижении поврежденности растений личинками Elateridae (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность препаратов для предпосевной обработки семян кукурузы от личинок шелкоунов (мелкоделаяночные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/т	Поврежденность, %	Биологическая эффективность по снижению поврежденности растений, %
Гибрид Родригес, 2023 г.			
Вариант без применения инсектицида	–	30,4	–
Имидашанс-С, КС	4,0	3,7	87,8
	5,0	3,0	90,1
Койот, КС	4,0	4,0	86,8
	5,0	2,9	90,5
Сидоприд, ТКС	5,0	3,6	88,2
Харита, КС	3,0	5,1	83,2
Гибрид Катарзис, 2024 г.			
Вариант без применения инсектицида	–	23,4	–
Имидашанс-С, КС	4,0	3,2	86,3
	5,0	2,9	87,6
Имидор Про, КС	7,0	4,1	82,5
Койот, КС	4,0	3,3	85,9
	5,0	3,0	87,2
Командор, ВРК	7,0	3,7	84,2

Установлено, что в вариантах с применением препарата Имидашанс-С, КС с нормой расхода 4,0 л/т поврежденность кукурузы почвообитающими вредителями снизилась на 86,3–87,8 %, при

увеличении нормы расхода до 5,0 л/т эффективность препарата незначительно возросла и составила 87,6–90,1 % (таблица 1). Обработка семян кукурузы препаратом на основе тиаметоксама (Харита, КС) с нормой расхода 3,0 л/т снижала поврежденность растений кукурузы личинками шелкоунов на 83,2 %. Биологическая эффективность широко применяемых препаратов Койот, КС и Сидоприд, ТКС в годы исследований составила 85,9–90,5 %. В условиях 2024 г. применение препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия Имидор Про, КС, Командор, ВРК с нормой расхода 7,0 л/т снижало поврежденность растений кукурузы проволочниками на 82,5–84,2 %.

При проведении мониторинга стеблевого кукурузного мотылька в период вегетации кукурузы в 2022–2024 гг. установлено, что яйцекладки стеблевого кукурузного мотылька размещались на высоте 19–179 см (среднее значение 89 см) при высоте культуры 100–239 см, начиная с 3-го (2,7 %) до 10-го листа (5,4 %). Основная масса яиц отмечена на 7-м листе (22,6 %), на 6-м — 20,6 %, на 4-м — 16,2 % (рисунок 2).

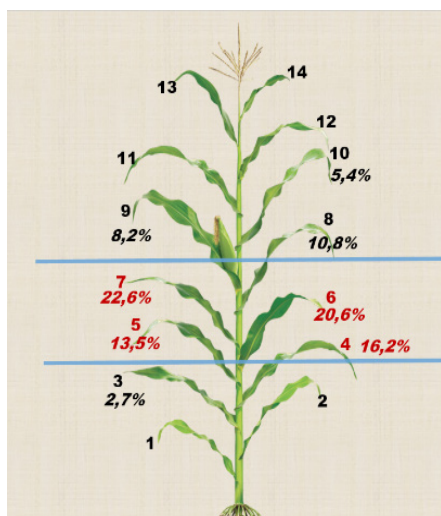


Рисунок 2 – Листовые пластинки кукурузы, чаще всего используемые самками стеблевого кукурузного мотылька для откладки яиц (средние данные за 2022–2024 гг.)

На листьях основная часть яйцекладок располагается в основном у центральной жилки с нижней стороны листа (80,0–98,4 %), единично на краю листа и у его основания, на стебле и на верхней стороне листа кукурузы (рисунок 3). Всего в яйцекладках отмечено от 7 до 40 яиц (в среднем в одной кладке 21,7 штук).



Рисунок 3 – Расположение яйцекладок стеблевого кукурузного мотылька на листе кукурузы

Следует отметить, что по состоянию на 2025 г. для защиты от кукурузного мотылька в «Государственном реестре средств защиты растений...» ассортимент инсектицидов представлен высокоэффективными препаратами (биологическая эффективность на уровне 82,0–89,0 %) с действующими веществами из семи химических классов. За последние пять лет перечень увеличился за счет двухкомпонентных препаратов с д. в. из химических классов пиретроиды + неоникотиноиды и диамида, а также токсикантов из новых химических классов – спиназины и оксadiaзины + авермектины (рисунок 4).

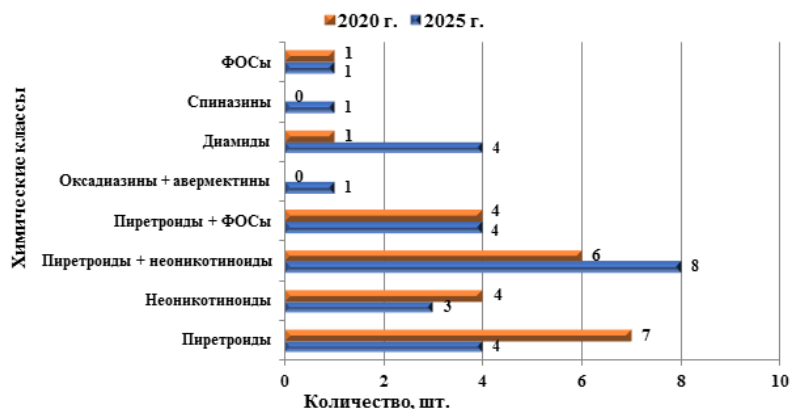


Рисунок 4 – Инсектициды, зарегистрированные для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька

Погодные условия, складывающиеся при проведении производственных опытов, в сильной степени оказывали влияние на развитие и вредоносность стеблевого кукурузного мотылька во второй половине вегетации кукурузы.

Так, температура воздуха в I декаде июля 2023 г. составила +18,6 °С, что выше нормы на 0,7 °С, сумма осадков (10,0 мм) – 32,3 % декадной нормы. Такие условия способствовали лету имаго вредителя. Во II декаде месяца среднесуточная температура воздуха (+19,3 °С) была на уровне среднемноголетних значений (+18,6 °С), количество осадков – 9,8 мм или 37,7 % от нормы, наблюдалась активная откладка яиц вредителем. Согласно проведенным учётam в конце декады (17.07.), в посевах кукурузы обнаружено 1,0 шт./100 растений яйцекладок (на уровне ЭПВ) и отмечался активный лет бабочек стеблевого кукурузного мотылька. При проведении учетов 20.07. выявлено яйцекладок 3,6 шт./100 растений в стадии начала появления метелки (ДК 51), чему способствовали сложившиеся погодные условия: температурный режим был ниже среднемноголетних значений на 1,5 °С, осадки составили 129,3 % от нормы (было тепло и влажно), что послужило для проведения инсектицидных обработок. Август по показателям температуры воздуха был жарким. Среднесуточная температура воздуха за месяц составила +20,3 °С, что на 4,1 °С выше нормы (при этом осадков выпало 120,2 % нормы, что способствовало активному питанию и развитию гусениц стеблевого кукурузного мотылька).

Среднесуточная температура воздуха в III декаде мая 2024 г. была выше среднемноголетних значений на 3,3 °С с низким количеством (12,0 % нормы) осадков, в этот период наблюдался активный выход гусениц стеблевого кукурузного мотылька из диапаузы. Июнь характеризовался повышенным температурным режимом (среднесуточная температура воздуха составила +19,6 °С, что на 2,7 °С выше среднемноголетних значений) на фоне достаточной увлажненности в первые две декады (выпало 77,0 мм или 167,4 % нормы), что оказало положительное влияние в этот период на окукливание фитофага. Погодные условия в конце месяца способствовали вылету имаго вредителя и началу откладки яиц (среднесуточная температура воздуха на 3,6 °С превышала среднемноголетние значения, осадки составили 3,0 % декадной нормы). В дневные часы в конце декады температура воздуха поднималась до +28,3...+33,7 °С, что негативно сказывалась на выживаемости яиц. В I декаде июля при среднесуточной температуре воздуха +21,5 °С (выше нормы на 3,4 °С) и сумме осадков 37,7 мм (130 % декадной нормы) наблюдался активный лет бабочек стеблевого кукурузного мотылька, массовая откладка яиц и отрождение гусениц. Во II и III декадах месяца среднесуточная температура воздуха (+23,9 и +19,7 °С) была выше сред-

немноголетних значений на 5,3 и 1,0 °С, количество осадков – 22,1 мм или 73,7 и 78,9 % от нормы, что способствовало активному питанию и развитию гусениц стеблевого кукурузного мотылька. В период применения инсектицидов растения кукурузы находились в стадии 9 листьев (ДК 19). При проведении учета численности стеблевого кукурузного мотылька отмечены 3,3 яйцекладки/100 растений.

Учеты, проведенные перед уборкой кукурузы, показали, что на делянках опыта без применения инсектицида поврежденность растений гусеницами *Ostrinia nubilalis* составила 27,9–29,0 %. Обработка растений инсектицидами с д. в. хлорантранилипрол, 200 г/л (Рино-А, КС, Кораген, КС) с нормами расхода 0,15 и 0,2 л/га позволила снизить поврежденность растений от 82,4 до 96,2 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов в посевах кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Повреждено растений, %	Биологическая эффективность, %
Производственный опыт, ООО «БелИнтерГен», Узденский район Минской области, гибрид АС 170, дата обработки: 20.07.2023 г.			
Вариант без применения инсектицида	–	27,9	–
Рино-А, КС	0,15	3,6	87,1
	0,2	2,1	92,4
Кораген, КС	0,15	4,9	82,4
	0,2	4,1	85,3
Полевой опыт, СУП «Полесье-Агроинвест», Петриковский район Гомельской области, гибрид Полтава, дата обработки: 04.07.2024 г.			
Вариант без применения инсектицида	–	29,0	–
Борей, СК	0,15	3,0	89,7
	0,25	2,0	93,1
Имидашанс Плюс, СК	0,15	4,0	86,2
	0,25	3,0	89,7
Кораген, КС	0,15	1,7	94,1
	0,2	1,1	96,2
Радикант, КС	0,4	1,2	95,9
	0,5	0	100
Амплиго, МКС	0,2	1,1	96,2
	0,3	0	100

Биологическая эффективность комбинированных препаратов на основе имидаклоприда (150 г/л) и лямбда-цигалотрина (50 г/л) — Имидашанс Плюс, СК и Борей, СК с нормой расхода 0,15 л/га составила 86,2–89,7 %, с нормой расхода 0,25 л/га — 89,7–93,1 %.

Наиболее высокая биологическая эффективность (95,9–100 %) в снижении поврежденности растений кукурузы личинками (гусеницами) *Ostrinia nubilalis* Hbn. получена при применении инсектицидов Радиант, КС (спинеторам, 120 г/л) и Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л).

Оценка хозяйственной эффективности изучаемых инсектицидов показала, что при обработке растений инсектицидами за счет снижения вредоносности стеблевого кукурузного мотылька сохранено 4,3–13,0 ц/га зерна или 5,7–14,1 % по сравнению с вариантом без применения инсектицида (таблица 3).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность инсектицидов от стеблевого кукурузного мотылька в посевах кукурузы

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Урожай- ность зерна, ц/га	Сохраненный урожай зерна	
			ц/га	%
Производственный опыт, ООО «БелИнтерГен», Узденский район Минской области, гибрид АС 170, дата уборки: 14.09.2023 г.				
Вариант без применения инсектицида	—	92,3	—	—
Рино-А, КС	0,15	103,7	11,4	12,4
	0,2	105,3	13,0	14,1
Кораген, КС	0,15	100,2	7,9	8,6
	0,2	102,6	10,3	11,2
НСП ₀₅		4,73		
Полевой опыт, СУП «Полесье-Агроинвест», Петриковский район Гомельской области, гибрид Полтава, дата уборки: 02.09.2024 г.				
Вариант без применения инсектицида	—	76,1	—	—
Борей, СК	0,15	80,7	4,6	6,0
	0,25	81,3	5,2	6,8
Имидашанс Плюс, СК	0,15	80,4	4,3	5,7
	0,25	81,0	4,9	6,4
Кораген, КС	0,15	85,2	9,1	12,0
	0,2	85,4	9,3	12,2
Радиант, КС	0,4	85,6	9,5	12,5
	0,5	85,8	9,7	12,7
Амплиго, МКС	0,2	85,1	9,0	11,8
	0,3	85,5	9,4	12,4
НСП ₀₅		3,21		

Заключение. Защита кукурузы на ранних стадиях развития от личинок щелкунов является одним из основных моментов в получении высокого сбора зерна в связи с расширением площадей культуры,

изменением агроклиматической и фитосанитарной ситуации. Необходимо грамотно организовывать мониторинг личинок фитофагов для определения плотности сформировавшихся популяций и определения целесообразности проведения защитных мероприятий. В годы исследований эффективность препаратов для предпосевной обработки семян от проволочников была достаточно высокой и варьировала от 82,5 до 90,5 %.

Во второй половине вегетации необходимо контролировать плотность яйцекладок стеблевого кукурузного мотылька на растениях и использовать инсектициды согласно регламенту применения и погодным условиям. Для снижения поврежденности кукурузы гусеницами *Ostrinia nubilalis* Hbn. применение инсектицидов эффективно в период массовой откладки яиц вредителем. Наиболее эффективны в защите культуры от фитофага препараты из класса спиназины (95,9–100 %), комбинированные (86,2–100 %) и диамиды (82,4–96,2 %).

Список литературы

1. Бойко, С. Необычный энтомологический объект – стеблевой кукурузный мотылек. Опасный полифаг в агроценозах / С. Бойко, А. Чичина, М. Немкевич // Белорус. сел. хоз-во. – 2023. – № 6 (254). – С. 158–164.
2. Бойко, С. Особенности защиты яровых зерновых культур и кукурузы на ранних этапах развития от личинок щелкунов. Часть 1 / С. Бойко, М. Немкевич, А. Чичина // Белорус. сел. хоз-во. – 2023. – № 3 (251). – С. 85–91.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований: учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1979. – 415 с.
4. Кейта, А. Биологическое обоснование мер борьбы со стеблевым кукурузным мотыльком в условиях Республики Молдова : автореф. дис. канд. биол. наук : 06.01.11 / Абдраман Кейта ; Украин. ордена Труд. Красного Знамени с.-х. акад. – Киев, 1992. – 24 с.
5. Калоева, Д. Б. Особенности фенологии *Ostrinia nubilalis* Hubn. и приуроченность его развития к фазам вегетации кукурузы в условиях Мартыновского района Ростовской области / Д. Б. Калоева, А. И. Костенко, Т. Е. Анцупова // Вестник науч.-техн. творчества молодежи Кубанского ГАУ : сб. ст. по материалам науч.-исслед. работ : в 4-х т. / М-во сел. хоз-ва РФ, Кубан. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина ; редкол.: А. Х. Шеуджен [и др.] ; под ред. А. И. Трубилина. – Краснодар, 2018. – Т. 1. – С. 78–82.
6. Мамаев, Б. М. Определитель насекомых по личинкам: пособие для учителей / Б. М. Мамаев. – М. : Просвещение, 1972. – 400 с.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – аг. Прилуки, Минский район : [б. и.], 2009. – 320 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, С. В. Бойко. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2024. – 619 с.
9. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока ; НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2016. – 100 с.

10. Яйцекладка стеблевого кукурузного мотылька – основной период защиты кукурузы / С. Бойко, М. Немкевич, А. Бартош, А. Чичина // Белорус. сел. хоз-во. – 2023. – № 7 (255). – С. 129–132, 134–135.

11. Prevalence of Sporadic Insect Pests of Seedling Corn and Factors Affecting Risk of Infestation / Th. W. Sappington, L. S. Hesler, K. C. Allen [et al.] // J. of Integrated Pest Management. – 2018. – Vol. 9, iss. 1. – P. 1–27. – URL: <https://academic.oup.com/jipm/article/9/1/16/5033787> (date of access: 18.07.2025).

12. The effect of insecticides on the total percentage of *Ostrinia nubilalis* Hbn. attack on maize hybrids / S. Gošić-Dondo, D. Grčak, M. Grčak [et al.] // Genetika. – 2020. – Vol. 52, iss. 1. – P. 351–365. – URL: <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=0534-00122001351G> (date of access: 18.07.2025).

S. V. Boyko, M. G. Nemkevich

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

REGULATION OF THE MOST DANGEROUS CORN PESTS WITH EFFECTIVE INSECTICIDES

Annotation. The article considers the results of studies on the efficacy of products for pre-sowing treatment of corn seeds based on insecticide imidacloprid, 600 g/l (Imidashans–C, CS, Coyote, CS, Sidoprid, TKS); 200 g/l (Imidor Pro, CS and Commander, VRK); thiamethoxam, 600 g/l (Harita, CS) to protect corn during the initial period of development from larvae of the genera: Agriotes, Athous, and Selatosomus. The biological efficacy in reducing plant damage by the pest was 82,5–90,5 %.

The main mass of *Ostrinia nubilalis* Hbn. ovipositions (22,6 %) was found on the 7th leaf, 20,6 % on the 6th leaf, and 16,2 % on the 4th leaf. When vegetative plants were treated with single-component insecticides containing chlorantraniliprole, the damage to corn stalks caused by phytophagous caterpillars decreased by 82,4–96,2 %, with s. c. spinetoram – by 95,9–100 %, two-component preparations with s. c. imidacloprid, 150 g/l + lambda-cyhalothrin, 50 g/l – 86,2–93,1 %, lambda-cyhalothrin, 50 g/l + chloranthraniliprol, 100 g/l – 96,2–100 %. By reducing the harmfulness of the pest, 4,3–13,0 centners per hectare of grain or 5,7–14,1 % were saved compared to the non-treated option.

Key words: corn, pests, click beetle, corn borer, abundance, preparations for pre-sowing seed treatment, insecticides, efficiency.

Е. В. Бречко

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 25.04.2025

Рецензент: канд. биол. наук Колтун Н. Е.

Аннотация. В статье описана фитосанитарная ситуация по зараженности зерна членистоногими, сложившаяся в семенных зернохранилищах в 2021–2023 гг. Представлен комплекс защитных мероприятий от вредителей запасов, который включает два этапа: подготовка зернохранилищ (незагруженные) и защита семян зерновых культур во время хранения (загруженные). В незагруженных хранилищах обязательно проведение профилактических и истребительных (химических) мероприятий. В загруженных складских помещениях тактика защиты семян яровых (хранение 9 месяцев) и озимых и яровых зерновых культур страховых и переходящих фондов (хранение 13–24 месяца) основана на проведении мониторинга методом отбора средних проб и феромонно-клеевых ловушек, дезинсекции препаратами с учетом видового состава, структуры доминирования, вредоносности вредителей, суммарной плотности зараженности (СПЗ) зерна членистоногими, температурного фактора и сезонности.

Ключевые слова: семена зерновых культур, хранение, вредители запасов, феромонно-клеевые ловушки, дезинсекция, биологическая эффективность.

Введение. Хранение семян зерновых культур включает комплекс мероприятий, направленных на сохранение их посевных качеств. Известно, что на сохранность зерновой массы оказывают влияние ряд факторов: влажность и температура зерна, количество и вид примесей, а также наличие вредителей запасов [8, 10]. Если считать, что минимальная заселенность вредителями равна 1,0 ос./кг, то в партии массой 1000 т будет 1 млн членистоногих [4].

Поэтому важным является обнаружение вредителей запасов как можно раньше, до того, как они успели размножиться и нанести экономически значимый вред семенному зерну. Анализ литературных источников показал, что одним из эффективных методов контроля фитосанитарного состояния как агроценозов, так и техноценозов являются феромоны насекомых. С момента первых публикаций по идентификации феромонов в 1959 г. исследования в этой области постоянно расширялись, увеличивался список видов вредителей, феромоны которых уже изучены и могут быть синтезированы. В последние годы специалисты

ФГБУ «ВНИИКР», РФ производили феромонно-клеевые ловушки для отлова 12 видов вредителей запасов. Преимущество феромономониторинга перед другими методами заключается в целевом отлове определенного вида насекомых даже при низкой численности [11, 20]. Однако в условиях Беларуси феромономониторинг в семенных зернохранилищах для учета и контроля численности членистоногих из разных отрядов до 2022 г. не проводился.

Семена являются товаром, который в силу сезонности производства приходится хранить длительное время, особенно страховые и переходящие фонды. Причем семена должны сохранить свою жизнеспособность. Поэтому защита семенного материала от вредителей запасов требует комплексного подхода при использовании как предупредительных (профилактических), так и истребительных мероприятий. К профилактическим принадлежат работы по подготовке зернохранилищ (ремонт, уплотнение, очистка, дезинсекция) и подготовительные операции с зерном (очистка, сушка, охлаждение, вентилирование, перемещение, контроль за зараженностью, «консервирование» инсектицидами), дезинсекция прикладских территорий и уничтожение сорняков. К истребительным относятся мероприятия, основанные на физико-механических (сепарирование, прогревание, промораживание) и химических методах (влажная и аэрозольная обработки, фумигация) [4, 18].

Обеззараживание незагруженных семенных складских помещений проводится перед их загрузкой, независимо от того, были обнаружены вредители, или нет.

Влажную обработку проводят с помощью ранцевых моторизованных опрыскивателей растворами препаратов. Данный способ используют при опрыскивании незагруженных помещений и прикладской территории. Обработку зерна/семян («консервирование») осуществляют при перемещении его с использованием специальных пневматических (ПРИ) или гидравлических (ГРИ) распылителей инсектицидов [7, 14, 15]. Следует отметить, что для защиты семян с осторожностью следует применять термическую дезинсекцию, учитывая, что пониженная и повышенная температура может повредить зародыш. Нельзя применять для дезинсекции семян препараты, обладающие фитотоксичным действием, т.е. угнетающие растительный организм [3]. Поэтому ассортимент средств и способов дезинсекции семенного материала значительно ограничен.

Аэрозольная дезинсекция выполняется с помощью специальных генераторов холодного тумана. Аэрозоль хорошо распределяется по объекту, как и газы при фумигации, а после оседания на поверхность делает ее токсичной, как при влажной обработке. Аэрозоль не так подвижен, как газы, и поэтому не уходит из объекта даже не подвергнутого тщательной герметизации [2, 17, 19].

При соблюдении технологии фумигации необходима полная герметизация объектов, вывод их из эксплуатации на период газации и дегазации. Газ следует выдержать при определенной концентрации в течение заданного времени (экспозиция) [5, 12].

В республике разработана система защиты семенного зерна от членистоногих, которая базируется на применении вышеперечисленных способов с учетом видового состава вредителей запасов, герметичности и загруженности зернохранилищ, температурного режима, механизма действия препаратов [1, 6].

Однако не уделено внимание тактике защиты семян зерновых культур при длительном хранении от уборки до посева: яровые (9 месяцев) и озимые и яровые страховых и переходящих фондов (13–24 месяца). Страховые фонды – это запасы семян, которые формируются на случай неурожая, например, суровые зимы, летние засухи; переходящие фонды – это запасы семян озимых культур, создающиеся на территориях, когда период между уборкой и посевом очень короткий и запасы семян используются в году, следующем за годом заготовки семян. Поскольку при длительном хранении семян могут возникать трудности, связанные с зараженностью вредителями запасов, целью работы являлось усовершенствовать мероприятия по защите семян яровых и озимых зерновых культур с учетом периода их хранения от уборки до посева и сезонного фактора.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования проводили в 2021–2023 гг., охватив более чем 40 семенных зернохранилищ в 4 областях республики (Минская, Могилевская, Гродненская, Брестская). В ходе проведения маршрутных обследований было отобрано 103 пробы из 83 партий семян зерновых культур элиты и суперэлиты, I и II репродукций, хранящихся в складах разными способами – насыпью и в таре: мешки полипропиленовые грузоподъемностью 50 кг, биг-бэги грузоподъемностью 1000 кг.

Оценивали зараженность партий семян пшеницы и ячменя яровых (хранение в течение 9 месяцев) и пшеницы и тритикале озимых, ячменя ярового страховых и переходящих фондов (хранение в течение 13–24 месяцев). Обследованию подлежали незагруженные складские помещения (напольные, закрывные, арочные), а также прилегающая территория.

Видовой состав членистоногих оценивали разными методами учета: отбор проб, проб-сметок и феромонно-клеевые ловушки. Выбор феромонов осуществляли на основе предполагаемых вредителей в складском помещении, вида хранящейся продукции, условий хранения. Нами были выбраны феромоны для отлова рисового долгоносика и зерновой моли, как наиболее вредоносных объектов в зернохранилищах, образующих скрытую форму заражения.

Для отлова жесткокрылых вредителей использовали ловушки типа «Книжка», которые размещали на насыпи семян пшеницы, тритикале, ячменя озимых из расчета одна ловушка на 25 м². Для отлова чешуекрылых вредителей применяли дельтовидные ловушки типа «Атракон-А», которые развешивали на стойках на четырех уровнях по высоте – 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 м из расчета одна ловушка на 500–700 м³ помещения. Мониторинг членистоногих проводили с использованием феромонных ловушек производства ФГБУ «ВНИИКР», РФ.

Все операции по отбору проб зерновой массы, проб-сметок, оценке суммарной плотности зараженности/загрязненности (СПЗ) зерна вредителями запасов, размещению феромонно-клеевых ловушек проводили согласно действующим нормативным документам и ГОСТам.

Структуру доминирования определяли согласно шкале Н. Д. Engelmann (1978) [16].

В опытах применяли следующие препараты: инсектициды/инсектоакарициды – Фаскорд, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л), Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л), Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л); неорганические вещества (фумиганты) – Магтоксин, таблетки (фосфид магния, 660 г/кг), Дакфосал, ТАБ (алюминия фосфид, 570 г/кг).

При определении биологической эффективности препаратов учитывали количество живых членистоногих до обработки по каждому варианту опыта и количество мертвых, парализованных и живых особей после обработки.

Биологическую эффективность после применения препаратов определяли путем процентного отношения суммы средних величин мертвых и парализованных насекомых/клещей к сумме средних величин мертвых, парализованных и живых насекомых/клещей по формуле [2]:

$$\mathcal{E} = 100 \times \frac{M + П}{M + П + Ж},$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, %; M – количество мертвых вредителей, ос./кг; ос./м²; $П$ – количество парализованных вредителей, ос./кг; ос./м²; $Ж$ – количество живых вредителей, ос./кг; ос./м².

С помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel были обработаны полученные данные.

Результаты и их обсуждение. В результате изучения видового состава вредителей запасов установлено, что на данный показатель оказывал влияние срок хранения семян, а также метод учета. Так, при хранении семян в течение 9 месяцев (яровые) методом отбора средних проб выявлено 6 видов из 2 отрядов (Жесткокрылые, Акариформные клещи), в течение 13–24 месяцев (озимые и яровые) почти в 2 раза больше – 13 видов из 4 отрядов (Жесткокрылые, Чешуекрылые, Сеноеды, Акариформные клещи).

В структуре доминирования мучной клещ (*Acarus siro* L.) являлся эудоминантом: при хранении семян в течение 9 месяцев индекс доминирования составил 75,1 %, 13–24 месяца – 40,8 %; обыкновенный волосатый клещ (*Glycyphagus destructor* Schr.) определялся как доминант: 20,6 и 35,0 % соответственно (рисунок 1).

При хранении семян в течение 9 месяцев амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius* L.) и суринамский мукоед (*Oryzaephilus surinamensis* L.) характеризовались как субреценденты, рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.) как рецендент. При хранении семян в течение 13–24 месяца рисовый долгоносик и короткоусый мукоед (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.) описаны как субдоминанты, в то время как при хранении семян меньшего срока в течение 9 месяцев данная категория видов отсутствовала.



Примечание. Эудоминанты (Е) – 40–100 %, доминанты (Д) – 12,5–39,9 %, субдоминанты (SD) – 4,0–12,4 %, реценденты (Р) – 1,3–3,9 %, субреценденты (SR) – < 1,3 %.

Рисунок 1 – Структура доминирования членистоногих, сформировавшаяся при разных сроках длительного хранения семенного зерна (пробы зерна, по данным маршрутных обследований, 2021–2023 гг.)

С помощью феромонно-клеевых ловушек при долгосрочном хранении семян страховых и переходящих фондов учитывалось 15 видов (целевые и нецелевые объекты). Максимальное количество видов – 23 было обнаружено путем отбора проб-сметок в незагруженных семенных зернохранилищах в летний период.

Согласно отраслевому регламенту оригинальные и элитные семена хранятся только в упакованном виде. Репродукционные семена могут храниться как насыпью, так и в упакованном виде [8].

Поэтому нами был проведен анализ зараженности семян в зависимости от способа хранения (на примере 2022 г.). Установлено, что акариформные клещи встречались в наибольшей степени при хранении в таре: в биг-бэгах – 90,9 %, в полипропиленовых мешках – 87,5 %; жесткокрылые насекомые – при хранении в насыпи (31,8 %), что возможно связано со сложившимися условиями хранения (температура и влажность продуктов). Чешуекрылые вредители встречались в небольшом долевым соотношении при отборе проб из насыпи и биг-бэгов (2,3–3,0 %) (рисунок 2).

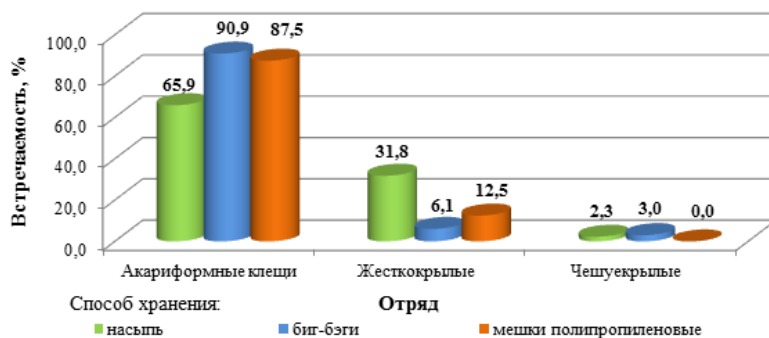


Рисунок 2 – Встречаемость вредителей запасов в партиях семян в зависимости от способа хранения (пробы зерна, по данным маршрутных обследований, 2022 г.)

Впервые нами была изучена возможность контроля чешуекрылых и жесткокрылых вредителей запасов путем применения феромонно-клеевых ловушек в складских помещениях. В 2022 г. в зернохранилище Дзержинского района при хранении семян страховых и переходящих фондов озимых зерновых культур: пшеница (сорт Маркиза, 152,67 т), тритикале (сорт Гренадо, 140 т) (год урожая 2021) и ячмень (сорт Изоцел, 39,32 т) (год урожая 2020) за период с июля (06.07) по август (05.08) отловлено 48,0 бабочек мучной огневки из семейства Огневки (Pyralidae). Однако целевой объект зерновая

моль (*Sitotroga cerealella* Oliv.) из семейства Выемчатокрылые моли (Gelechiidae) отловлен не был (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика численности вредителей запасов, отловленных феромонно-клеевыми ловушками при хранении партий семян озимых зерновых культур (семенное зернохранилище, Дзержинский район, 2022 г.)

Отряд	Хранилище/ партия семян зер- новых культур	Отловлено имаго за период учета, ос./лов.			
		06.07–13.07	14.07–22.07	23.07–05.08	всего
Чешуе- крылые	Мучная огневка (<i>Pyralis farinalis</i> L.)				
	Семенное зернохранилище	17,0	22,0	9,0	48,0
Жесткокрылые	Мукоеды (суринамский (<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.), короткоусый (<i>Cryptolestes ferrugineus</i> Steph.), малый (<i>Cryptolestes pusillus</i> Schönh.))				
	Пшеница	0	1,0	6,0	7,0
	Тритикале	–	7,0	16,0	23,0
	Масличная плоскотелка (<i>Ahasverus advena</i> Walzl)				
	Пшеница	1,0	2,0	3,0	6,0
	Тритикале	–	4,0	5,0	9,0
	Ячмень	6,0	10,0	12,0	28,0
	Бархатистый грибок (<i>Typhaea stercorea</i> L.)				
	Пшеница	2,0	2,0	2,0	6,0
	Тритикале	–	1,0	2,0	3,0
	Ячмень	8,0	10,0	24,0	42,0

Примечания: Феромонно-клеевые ловушки с диспенсером для целевых объектов – зерновая моль (чешуекрылые) и рисовый долгоносик (жесткокрылые); «–» ловушки были установлены с 14.07.2022.

Для определения наиболее оптимальной высоты размещения ловушек с целью отлова чешуекрылых насекомых нами были проведены опыты при установке их на разной высоте – 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 м от пола. Можно констатировать, что максимальная уловистость отмечалась при расположении ловушек на расстоянии 1,5 м от пола (16,0 имаго), что соответствовало высоте насыпи, минимальная – в ловушках, установленных на высоте 0,5 м (1,0 имаго) (рисунок 3). Таким образом, феромонно-клеевые ловушки необходимо располагать на насыпи зерна.

При проведении мониторинга жесткокрылых вредителей в феромонно-клеевых ловушках целевой объект – рисовый долгоносик из семейства Долгоносики (Curculionidae) обнаружен не был, однако в ловушках встречались не целевые, но также вредоносные виды вредителей запасов: суринамский мукоед и масличная плоскотелка из семейства Сильваниды (Silvanidae); короткоусый и малый мукоеды из семейства Плоскотелки (Cucujidae); бархатистый грибок из семейства Грибководы (Mycetophagidae) (таблица 1).

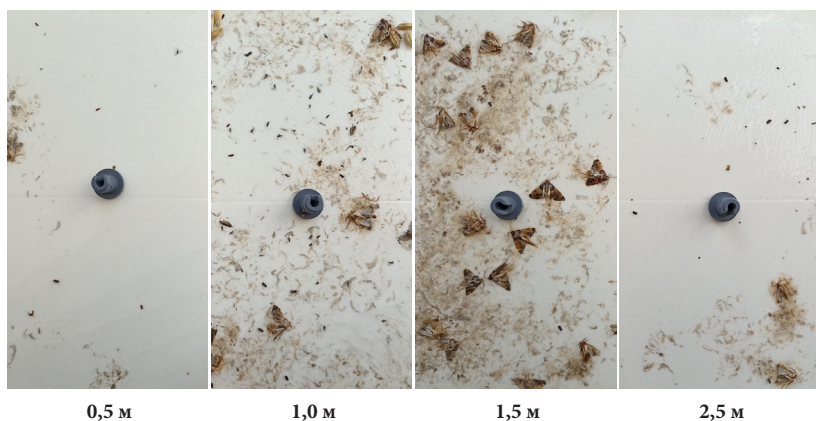


Рисунок 3 – Клеевые вкладыши дельтовидных феромонных ловушек типа «Атракон-А» с учетом высоты их размещения (от пола) для отлова чешуекрылых вредителей (Дзержинский район, 2022 г.)

Выявлено, что численность отловленных имаго жесткокрылых вредителей в партиях семян разных сроков хранения отличалась. Так, после 2-х лет хранения семян ячменя озимого отмечались максимальные значения: бархатистый грибоед и масляная плоскотелка обнаруживались в количестве 42,0 и 28,0 особей за период отлова соответственно. В то время как после 1 года хранения семян пшеницы и тритикале озимых количество отловленных имаго в партиях было в 3–14 раз ниже (таблица 1, рисунок 4).



Пшеница озимая,
сорт Маркиза

Тритикале озимое,
сорт Гренадо

Ячмень озимый,
сорт Изоцел

Рисунок 4 – Феромонно-клеевые ловушки типа «Книжка», размещенные на насыпях семян озимых культур для отлова жесткокрылых вредителей (Дзержинский район, 2022 г.)

Таким образом, чем дольше зерно хранится, тем увеличивается вероятность и степень его заражения. Данный факт обусловлен изменением условий хранения, что создает более благоприятную среду для развития вредителей запасов. Согласно литературным данным имаго бархатистого грибоеда способно развиваться на продуктах с влажностью 13,0 % и выше, при этом наибольший вред причиняет зерну ячменя, кукурузы, пшеницы и проса влажностью 16 % и более [13]. Масличная плоскотелка предпочитает среду повышенной влажности, так как питается плесенью, растущей на зерне. Наличие вредителя указывает на чрезмерно влажные условия хранения и испорченное зерно [9].

В 2023 г. в зернохранилище Минского района спустя 11 месяцев хранения семян пшеницы озимой сорта Аспект, 42 т (год урожая 2022) при использовании феромонно-клеевых ловушек с феромоном зерновой моли в период наблюдений с июля (21.07) по август (11.08) был отловлен вредитель с численностью 0,05 ос./лов.-сут. Однако при такой низкой плотности не было необходимости проведения защитных мероприятий (критическая численность – 2,0 ос./лов.-сут. в течение 7 суток).

Считаем, что мониторинг с помощью феромонно-клеевых ловушек является целесообразным и обязательным методом контроля зараженности семян вредителями запасов (жесткокрылые, чешуекрылые).

С целью проведения комплекса защитных мероприятий от вредителей запасов нами были подобраны семенные незагруженные и загруженные зернохранилища, исследования велись также и на прикладской территории.

Перед приемкой нового урожая в незагруженных зернохранилищах проводились профилактические мероприятия (ремонт, уплотнение, очистка). Подготовка подвергались семена зерновых культур: очистка, сушка, и в дальнейшем охлаждение. В лабораторном опыте семена обрабатывали способом влажной дезинсекции с помощью ручного опрыскивателя марки «Inter eco 1,5». Для опыта использовали зерно, зараженное акариформными клещами, рисовым и амбарным долгоносиками, суринамским мукоедом (таблица 2).

Решения по выбору препаратов (инсектициды, инсектоакарициды, фумиганты), способов обработки (влажная, аэрозольная дезинсекция, фумигация) были приняты с учетом видового состава, структуры доминирования (насекомые, клещи), вредоносности вредителей (коэффициенты), суммарной плотности зараженности СПЗ (от 1,0 до 3,0 ос./кг), температурных условий (фумигация при температуре воздуха выше +15 °С), способа хранения семян (насыпь, в таре), герметичности зернохранилищ (герметичные, негерметичные).

В незагруженных зернохранилищах перед обработкой в пробах-сметках в годы исследований встречались жесткокрылые

вредители: амбарный (*S. granarius* L.) и рисовый (*S. oryzae* L.) долгоносики, зерновой точильщик (*Rhyzopertha dominica* F.), булавоусый хрущак (*Tribolium castaneum* Herbst), суринамский (*O. surinamensis* L.) и короткоусый мукоеды (*C. ferrugineus* Steph.), притворяшка-вор (*Ptinus fur* L.), скрытноое остроугольный (*Cryptophagus acutangulus* Gull.), бархатистый грибоед (*T. stercorea* L.), чешуекрылые: зерновая моль (*S. cerealella* Oliv.), акариформные клещи: мучной (*A. siro* L.), обыкновенный волосатый (*G. destructor* Schr.), обыкновенный хищный (*Cheyletus eruditus* Schrk.).

Поскольку до обработки в незагруженных складских помещениях кроме насекомых встречались и клещи, было принято решение об использовании инсектоакарицидов. Способ обработки определялся герметичностью хранилищ. В годы исследований биологическая эффективность препарата Актеллик, КЭ, используемого в негерметичных хранилищах способом влажной обработки против клещей на 7-е сутки после обработки составляла 90,9–100 %, против насекомых – 93,8–100 %. Применение инсектицида Фаскорд, КЭ способствовало снижению численности клещей на 85,7 %, насекомых – на 96,7 % (таблица 2).

В герметичных незагруженных хранилищах препараты использовали способом аэрозольной обработки и фумигации. Так, дезинсекция препаратами Актеллик, КЭ и Простор, КЭ обеспечила снижение численности клещей и насекомых на 100 %. Фумигация Макгоксином, таблетки позволила также получить 100 %-ую эффективность против насекомых.

Влажная дезинсекция территории семенных зернохранилищ снизила численность клещей и насекомых препаратом Актеллик, КЭ соответственно на 90,5–90,9 % и 100 %, Простор, КЭ – на 88,9 и 100 %, Фаскорд, КЭ – на 83,3 и 100 %.

В загруженном герметичном зернохранилище в период длительного хранения семян тритикале озимого при достижении суммарной плотности зараженности (СПЗ) 2,7 ос./кг (оптимальный срок применения препаратов при СПЗ=1,0–3,0 ос./кг) проведение фумигации препаратом Дакфосал, ТАБ при температуре воздуха +19,5 °С обеспечило эффективность от жесткокрылых насекомых (рисовый долгоносик, зерновой точильщик) на уровне 100 %. В период хранения семян ячменя озимого при СПЗ 2,8 ос./кг применение фумиганта Магтоксин, таблетки при температуре воздуха +23,6 °С способствовало снижению численности клещей на 72,7 %. Однако, следует отметить, что оценку биологической эффективности проводили сразу после дегазации и учету подвергались только подвижные стадии клещей.

Таблица 2 – Эффективность препаратов, используемых различными способами для защиты от вредителей запасов в семенных зернохранилищах (производственные и лабораторные опыты, Минская, Брестская, Гродненская области)

Препарат, норма расхода	Год	Способ обра- ботки, культура, СПЗ, ос./кг	Численность вредителей, ос./кг, ос./м²				Биологиче- ская эффек- тивность, %	
			клещей		насекомых		кле- щи	на- секо- мые
			М+П	М+П+Ж	М+П	М+П+Ж		
Незагруженные зернохранилища								
Актеллик, КЭ, 0,4 мл/м²	2021	влажная	10,0	11,0	56,0	56,0	90,9	100
	2022		50,0	50,0	75,0	80,0	100	93,8
	2023		21,0	22,0	165,0	167,0	95,4	98,8
Фаскорд, КЭ, 0,2 мл/м²	2023		12,0	14,0	89,0	92,0	85,7	96,7
Актеллик, КЭ, 0,4 мл/м²	2022	аэрозоль- ная	0,0	0,0	148,0	148,0	–	100
Простор, КЭ, 0,2 мл/м³			5,0	5,0	13,0	13,0	100	100
Магтоксин, та- блетки, 5 г/м³			фумигация	0,0	0,0	40,0	40,0	–
Территория зернохранилищ								
Актеллик, КЭ, 0,8 мл/м²	2021	влажная	30,0	33,0	28,0	28,0	90,9	100
Простор, КЭ, 0,03 л/100 м²			16,0	18,0	12,0	12,0	88,9	100
Актеллик, КЭ, 0,8 мл/м²	2023		19,0	21,0	20,0	20,0	90,5	100
Фаскорд, КЭ 0,4 мл/м²		15,0	18,0	12,0	12,0	83,3	100	
Зерно семенное (страховые и переходящие фонды)								
Магтоксин, таблетки, 5 г/м³	2022	фумига- ция, ячмень озимый, СПЗ = 2,8	40,0	55,0	0,0	0,0	72,7	–
Даkfосал, ТАБ, 9 г/т		фумигация, тритикале озимое, СПЗ = 2,7	0,0	0,0	2,0	2,0	–	100
Зерно семенное (искусственное заражение, лабораторный опыт)								
Актеллик, КЭ 16 мл/т	2023	влажная	30,0	30,0	92,5	92,5	100	100
Фаскорд, КЭ 16 мл/т			30,0	30,0	92,5	92,5	100	100

Примечания: СПЗ – суммарная плотность зараженности зерна вредителями; М – мертвые; П – парализованные; Ж – живые.

В лабораторном опыте при влажной обработке семян препаратами Актеллик, КЭ и Фаскорд, КЭ численность жесткокрылых насекомых и клещей на 7-е сутки снижалась на 100 % (таблица 2). Исследования были продолжены в течение одного месяца, при этом была обеспечена полная защита семян от рисового и амбарного долгоносиков, суринамского мукоеда и акариформных клещей.

С учетом вышеизложенного нами на рисунке 5 схематически представлен комплекс защитных мероприятий от вредителей запасов в семенных зернохранилищах, который включает приемы для защиты семян яровых и озимых зерновых культур разных сроков хранения с учетом сезонности (поры года).



Рисунок 5 – Мероприятия по защите семян зерновых культур от вредителей запасов с учетом сроков хранения и сезонности

Закключение. Видовой состав вредителей запасов при хранении семян яровых (хранение 9 месяцев) и озимых и яровых зерновых культур страховых и переходящих фондов (хранение 13–24 месяца) отличался, соответственно, выявлено 6 видов из 2 отрядов (Жесткокрылые, Акариформные клещи) и 13 видов из 4 отрядов (Жесткокрылые, Чешуекрылые, Сеноеды, Акариформные клещи). В незагруженных семенных

зернохранилищах в летний период в пробах-сметках всего насчитывалось 23 вида. Анализ структуры доминирования показал, что мучной клещ являлся эвдоминантом: индекс доминирования составил 75,1 % при хранении семян в течение 9 месяцев и 40,8 % – при хранении семян в течение 13–24 месяца; обыкновенный волосатый клещ характеризовался как доминант: 20,6 и 35,0 % соответственно.

Впервые в республике выявлена возможность контроля чешуекрылых и жесткокрылых вредителей запасов путем применения феромонно-клеевых ловушек в зернохранилищах. При долгосрочном хранении семян зерновых культур страховых и переходящих фондов в складских помещениях учитывалось 15 видов вредителей запасов (целевые и нецелевые объекты).

Комплекс защитных мероприятий от членистоногих включает два этапа: I) подготовка незагруженных зернохранилищ и II) защита семян зерновых культур во время хранения. В незагруженных хранилищах обязательно проведение профилактических и химических мероприятий. В загруженных складских помещениях тактика защиты семян основана на использовании мониторинга методом отбора средних проб и феромонно-клеевых ловушек, дезинсекции препаратами (инсектициды/инсектоакарициды, фумиганты), применяемых с учетом видового состава, структуры доминирования, суммарной плотности зараженности (СПЗ) зерна, температурных условий, сезонности.

Список литературы

1. Бречко, Е. В. Стратегические решения по применению препаратов, используемых различными способами, от вредителей запасов в зернохранилищах / Е. В. Бречко // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 5 (150). – С. 37–42.
2. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной. – Изд. 2-е, доп. – М.: [б. и.], 2006. – 24 с. – (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 6).
3. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей / Г. А. Закладной. – М.: Колос, 1983. – 60 с.
4. Закладной, Г. А. Система защиты зерна против вредителей хлебных запасов / Г. А. Закладной // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов : сб. материалов 16-й Всерос. науч.-практ. конф. (3-7 июня 2019 г., г. Анапа) / Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова ; отв. за вып.: С. В. Черкасов [и др.]. – Краснодар, 2019. – С. 12–15.
5. Закладной, Г. А. Фумигация фосфином зерна в напольных сооружениях / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2022. – № 11. – С. 16–19.
6. Козич, И. А. Особенности защиты семенного и фуражного зерна от амбарных вредителей / И. А. Козич // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию со дня орг. РУП «Институт защиты растений» (Минск, 5-8 июля 2011 г.) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2011. – С. 100–103.

7. Москалева, Н. А. Эффективность дезинсекции зерна в потоке препаратами контактного действия против вредителей хлебных запасов / Н. А. Москалева, Н. Н. Дмитренко, Д. А. Салников // Жученковские чтения VII «Биологические основы защиты растений» : сб. науч. тр. по материалам Жученковских чтений VII, 15 сент. 2022 г. / М-во науки и высшего образования РФ, Рос. акад. наук, Федеральный науч. центр биол. защиты растений ; редкол.: А. М. Асатурова [и др.]. – Краснодар, 2022. – С. 144–148.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических растений : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред.: В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – 532 с.
9. Плоскотелка масличная *Ahasverus advena* // Picture Insect. – URL: https://pictureinsect.com/ru/wiki/Ahasverus_advena.html (дата обращения: 17.04.2025).
10. Правила по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы : ТКП 185-2009. – Введ. 01.09.09 (с отменой Инструкции № 9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы, утв. 24.07.88; Инструкции № 9-2-83 по хранению муки и крупы в складах, построенных по типовым проектам №№ 7018, 7276 и 7771, утв. 12.04.83; Временной инструкции № 9-4-79 по хранению зерна в металлических зернохранилищах, утв. 12.07.79). – Минск : Минсельхозпрод, 2009. – 70 с.
11. Применение феромонов: состояние вопроса и тенденции / У. Ш. Магомедов, А. А. Кузин, Б. Г. Ковалев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2009. – № 11. – С. 36–38.
12. Середняк, Д. П. Особенности режимов фумигации против наиболее распространенных вредителей хлебных запасов / Д. П. Середняк, В. П. Федоренко // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3 (112). – С. 21–25.
13. Справочная информация о бархатистом грибоеде (*Typhaea stercorea* L.) // ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества продукции агропромышленного комплекса». – URL: <https://fczerna.ru/news/?NAME=spravochnaya-informaciya-o-barhatistom-griboede-typhaea-stercorea-l363> (дата обращения: 17.04.2025).
14. Хлудеева, М. Г. Оборудование для влажной обработки зерна и зернохранилищ от вредителей / М. Г. Хлудеева, Ю. Е. Клочков // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : междунар. науч. сб. / ФГБУ Науч.-исслед. ин-т проблем хранения ; под общ. ред. С. Е. Уланина. – М., 2017. – Вып. VII. – С. 321–328. – (Открытое приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения»).
15. Яковлев, П. А. Влияние контактных инсектицидов на вредителей запасов / П. А. Яковлев, Я. Б. Мордкович // Защита и карантин растений. – 2016. – № 10. – С. 38–40.
16. Engelman, H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H. D. Engelman // Pedobiol. – 1978. – Bd. 18. – S. 378–380.
17. Evaluation of Synergized Pyrethrin Aerosol for Control of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) / K. Kharel, F. H. Arthur, Kun Yan Zhu [et al.] // J. of Economic Entomology. – 2014. – Vol. 107, № 1. – P. 462–468.
18. Huang, F. Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphos-methyl and pirimiphos-methyl plus synergized pyrethrins / F. Huang, B. Subramanyam // Pest Management Science. – 2005. – Vol. 61, iss. 4. – P. 356–62.
19. Scheff, D. S. Aerosol Dispersal Patterns and Resulting Effects on *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Adults / D. S. Scheff, J. F. Campbell, F. H. Arthur // J. of Economic Entomology. – 2018. – Vol. 111, № 5. – P. 2435–2442.
20. Witzgall, P. Sex pheromones and their impact on pest management / P. Kirsch, A. Cork // J. of Chemical Ecology. – 2010. – Vol. 36, № 1. – P. 80–100.

A COMPLEX OF MEASURES TO PROTECT SEEDS OF GRAIN CROPS FROM STORAGE PESTS DURING THE STORAGE PERIOD

Annotation. The article describes the phytosanitary situation regarding grain infestation with arthropods that developed in seed granaries in 2021–2023. A set of protective measures against storage pests, which includes two stages: preparation of grain storage facilities (unloaded) and protection of cereal grain seeds during storage (loaded). In unloaded storage facilities, preventive and extermination (chemical) measures are mandatory. In loaded storage facilities, tactics for protecting seeds of spring (storage 9 months) and winter and spring cereal grain crops of insurance and mobile funds (storage 13–24 months) based on monitoring by selecting average samples and of pheromone-sticky traps, disinsection with preparations taking into account the species composition, structure of dominance, harmfulness of pests, total infestation density (TID) of grain by arthropods, temperature factor and seasonality.

Key words: grain crop seeds, storage, stored pests, pheromone-sticky traps, disinsection, biological efficiency.

**С. А. Гайдарова, И. В. Богомолова, Г. И. Гаджиева, А. А. Запрудский,
А. В. Агейко**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ ИНСЕКТИЦИДА ФАСШАНС, КЭ НА ЧИСЛЕННОСТЬ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА В ПОСЕВАХ РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 19.08.2025

Рецензент: канд. биол. наук Колтун Н. Е.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению эффективности инсектицида Фасшанс, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) в посевах озимого и ярового рапса. Биологическая эффективность от 82,2 до 90,0 % сохраняется в течение недели после двукратного опрыскивания и позволяет сохранить 6,8–14,1 % семян озимого рапса и 13,3–17,5 % – ярового рапса.

Ключевые слова: озимый и яровой рапс, рапсовый цветоед, инсектицид, эффективность.

Введение. Высокие урожаи семян рапса невозможно получить без совершенствования технологий возделывания, повышения уровня агротехники, внесения удобрений, контроля численности фитофагов и снижения их вредоносности.

Рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.) является одним из самых опасных и распространенных вредителей озимого и ярового рапса, а также других крестоцветных культур. Фитофаг наносит ущерб, повреждая генеративные органы растений рапса, что приводит к значительному (до 50 % и более) снижению урожайности. Яровой рапс повреждается сильнее озимого, причём последний может частично компенсировать ранние повреждения. Для борьбы с вредителем в фазе начала бутонизации, а при необходимости и повторно, проводится обработка посевов инсектицидами [3].

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности инсектицида Фасшанс, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) в посевах озимого и ярового рапса.

Место и методика проведения исследований. Изучение эффективности инсектицида проводили в 2022–2023 гг. в полевых мелкоделектных опытах в РУП «Институт защиты растений» в соответствии с «Методическими указаниями ...» [2]. Агротехника возделывания – общепринятая для Центральной агроклиматической зоны республики. Почва дерново-подзолистая легко- и среднесуглинистая. Площадь делянки – 15,0 м², повторность опытов – четырёхкратная, расположение делянок – последовательное. Схемы опытов представлены в таблицах.

Способ применения инсектицидов – поделяночное опрыскивание, расход рабочего раствора – 200 л/га. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [1].

Результаты и их обсуждение. Низкие температуры воздуха в апреле и мае в 2022 г. (на 2,3–2,5 °С ниже климатической нормы) в сочетании с избыточным увлажнением (284,3–124,6 %) в 2022 г. оказали негативное влияние на рост и развитие озимого рапса. Начало периода активной вегетации отмечено в 3-й декаде апреля – 1-й декаде мая (на одну-две недели позже обычных сроков), что способствовало медленному формированию энтомофауны в посевах культуры. Пороговая численность рапсового цветоеда была отмечена в конце 2-й декады мая к завершению бутонизации озимого рапса (BVCH 57–59) и составляла 3,0–3,2 ос./растение (ЭПВ – 3–5 ос./растение), 20 мая против фитофага была проведена первая обработка инсектицидами согласно схеме опыта.

На 3-й день после обработки численность вредителя в вариантах с применением инсектицида Фасшанс, КЭ снижалась на 88,6 (в норме расхода 1,0 л/га) – 92,4 % (в норме расхода 0,15 л/га), в эталонных вариантах (Фастак, КЭ в аналогичных нормах расхода) – на 86,4 и 91,7 % соответственно (таблица 1). На 5-й день после применения инсектицидов пороговая численность фитофага восстановилась и в варианте без применения инсектицида достигала 5,5 ос./растение, при этом биологическая эффективность препаратов по всем вариантам опыта снизилась до 40,0–47,3 %, что обусловило необходимость проведения второй обработки.

Биологическая эффективность инсектицидов на третий день после второй обработки была на уровне показателей, полученных после проведения первой обработки и составила 86,8–91,3 %. На седьмой день было отмечено незначительное снижение эффективности, но она оставалась на достаточно высоком уровне – 81,7–87,1 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида Фасшанс, КЭ против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Численность вредителя перед обработкой, ос./растение		Снижение численности на дату учета, %			
			после первой обработки		после второй обработки	
	первой (20.05.)	второй (25.05.)	на 3-й день (23.05.)	на 5-й день (25.05.)	на 3-й день (28.05.)	на 7-й день (01.06.)
Без применения инсектицида*	3,0	5,5	3,1	3,3	2,1	0,7
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	3,1	3,0	86,4	45,5	88,4	81,7
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	3,1	3,3	91,7	40,0	91,2	87,1
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	3,2	3,2	88,6	41,8	86,8	82,2
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	3,0	2,9	92,4	47,3	91,3	86,8

* В варианте без применения инсектицида указана численность рапсового цветоеда, ос./растение.

В 2023 г. средняя температура воздуха в апреле на 1,5 °С превышала среднемноголетние показатели, что способствовало массовому выходу рапсового цветоеда из мест зимовки. К середине бутонизации озимого рапса (ВВСН 55–57) численность фитофага достигла пороговой и составляла 3,1–3,3 ос./растение, 6 мая была проведена первая обработка инсектицидами.

На третий день после применения инсектицидов биологическая эффективность препарата Фасшанс, КЭ в нормах расхода 0,1 и 0,15 л/га была на уровне эталона и составляла 84,9–89,4 % (в эталоне – Фастак, КЭ в аналогичных нормах расхода) – 81,9–87,9 %. Последующее повышение дневной температуры воздуха способствовало нарастанию численности фитофага (до 5,5 ос./растение в варианте без применения инсектицида), что обусловило необходимость проведения второй обработки. Биологическая эффективность обоих инсектицидов была практически одинаковой и на третий день после второй обработки составила 89,2–95,7 %, на седьмой – 82,5–90,0 % (таблица 2). Последующие учеты численности цветоеда по всем вариантам опыта были нецелесообразными в связи с уходом вредителя на окукливание.

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицида Фасшанс, КЭ против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Численность вредителя перед обработкой, ос./растение		Снижение численности на дату учета, %			
			после первой обработки		после второй обработки	
	первой (6.05.)	второй (13.05.)	на 3-й день (09.05.)	на 7-й день (13.05.)	на 3-й день (16.05.)	на 7-й день (20.05.)
Без применения инсектицида*	3,3	5,5	3,3	5,5	2,3	1,0
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	3,2	3,1	81,9	43,7	89,2	82,5
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	3,1	3,0	87,9	45,5	94,0	85,0
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	3,1	3,2	84,9	41,9	90,0	86,2
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	3,2	3,0	89,4	45,5	95,7	90,0

* В варианте без применения инсектицида указана численность рапсового цветоеда, ос./растение.

Применение инсектицида Фасшанс, КЭ в посевах озимого рапса позволило сохранить 3,2–4,5 ц/га (6,8–14,1 %) семян, в эталоне – 2,6–4,2 ц/га (5,9–14,5 %) соответственно (таблица 3).

В условиях позднего сева ярового рапса в 2022 г. первая обработка против рапсового цветоеда была проведена в начале бутонизации культуры (ВВСН 51–53) при достижении порога вредоносности, когда

в посевах насчитывалось 3,2–3,7 ос./растение, перед второй обработкой численность вредителя составила 3,4–3,8 ос./растение в обработанных вариантах и 6,3 ос./растение – в необработанном (таблица 4).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность инсектицида Фасшанс, КЭ в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность семян, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
2022 г.			
Без применения инсектицида	29,0	—	—
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	32,6	3,6	12,4
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	33,2	4,2	14,5
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	32,8	3,8	13,1
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	33,1	4,1	14,1
НСР ₀₅	3,1		
2023 г.			
Без применения инсектицида	43,8	—	—
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	46,4	2,6	5,9
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	47,4	3,6	8,2
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	47,0	3,2	6,8
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	48,3	4,5	10,3
НСР ₀₅	1,2		

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицида Фасшанс, КЭ против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса (РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Численность вредителя пе- ред обработкой, ос./растение		Снижение численности на дату учета, %			
			после первой обработки		после второй обработки	
	первой (04.07.)	второй (11.07.)	на 3-й день (07.07.)	на 7-й день (11.07.)	на 3-й день (14.07.)	на 7-й день (18.07.)
Без применения инсектицида*	3,3	6,3	4,2	6,3	4,4	2,7
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	3,5	3,8	89,2	39,7	88,4	81,5
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	3,7	3,4	94,9	46,0	93,2	87,0
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	3,5	3,7	86,2	41,3	91,4	83,3
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	3,2	3,5	91,5	44,4	95,6	86,1

* В варианте без применения инсектицида указана численность рапсового цветоеда, ос./растение.

Показатели биологической эффективности инсектицидов Фастак, КЭ (эталон) и Фасшанс, КЭ в нормах расхода 0,1 и 0,15 л/га были близки по значениям. Так, на третий день после первой и второй обработки и на седьмой – после второй, численность вредителя в эталонных вариантах снижалась на 81,5–89,2 % в норме расхода 0,1 л/га и на 87,0–94,9 % – в норме 0,15 л/га, в исследуемых вариантах – на 83,3–91,4 и 86,1–95,6 % соответственно. Учет на седьмой день после первой обработки, проведенный на фоне нарастающей численности рапсового цветоеда, показал снижение биологической эффективности по всем вариантам опыта до 39,7–46,0 % (таблица 4).

В 2023 г. средняя температура воздуха в мае и в 1-й декаде июня была на уровне климатической нормы, во 2-й и 3-й декадах июня – превышала среднеголетние значения на 3,5 и 2,5 °С. До конца 2-й декады июня осадков практически не наблюдалось. В сложившихся гидротермических условиях численность рапсового цветоеда достигла пороговой величины лишь во второй декаде июня в период начала бутонизации культуры (ВВСН 50). Перед применением инсектицидов в посевах ярового рапса насчитывалось 4,8–5,3 ос./растение имаго вредителя. В результате исследований установлена достаточно высокая биологическая эффективность инсектицидов Фасшанс, КЭ и Фаскорд, КЭ, которая на третий день после обработки была на уровне 83,8–89,7 % с несущественными различиями между вариантами с одинаковыми нормами расхода препаратов. Однако в дальнейшем, на фоне сухой и жаркой погоды наблюдалось повторное заселение посевов. На 5-й день после обработки в варианте без применения инсектицидов насчитывалось, в среднем 10,4, а в остальных вариантах опыта 4,6–5,0 ос./растение имаго вредителя. В результате отмечалось снижение эффективности препаратов до 51,9–55,8 % во всех вариантах опыта, что вызвало необходимость проведения второй обработки. После повторного применения инсектицидов была отмечена высокая биологическая эффективность как изучаемого препарата Фасшанс, КЭ, так и эталона Фаскорд, КЭ на протяжении всего периода учетов. Через 3 дня после второй обработки численность жуков в эталонных вариантах снижалась на 87,3–90,5 %, в исследуемых – на 92,1–95,2 %, через 7 – на 86,5–88,5 и 84,6–86,5 % соответственно (таблица 5).

Применение инсектицидов в посевах ярового рапса позволило сохранить от 1,0–1,4 ц/га (11,8–16,5 %) семян в 2023 г. до 1,9–2,7 ц/га (13,3–18,9 %) в 2022 г. (таблица 6).

Таблица 5 – Влияние инсектицида Фасшанс, КЭ на численность рапсового цветоеда в посевах ярового рапса (РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Численность вредителя перед обработкой, ос./растение		Снижение численности на дату учета, %			
			после первой обработки		после второй обработки	
	первой (22.06.)	второй (27.06.)	на 3-й день (25.06.)	на 5-й день (27.06.)	на 3-й день (30.06.)	на 7-й день (04.07.)
Без применения инсектицида*	5,2	10,4	6,8	10,4	6,3	5,2
Фаскорд, КЭ (0,1 л/га) – эталон	5,1	5,0	85,3	51,9	87,3	86,5
Фаскорд, КЭ (0,15 л/га) – эталон	4,8	4,7	89,7	54,8	90,5	88,5
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	5,0	4,8	83,8	53,8	92,1	86,5
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	5,3	4,6	88,2	55,8	95,2	84,6

* В варианте без применения инсектицида указана численность рапсового цветоеда, ос./растение.

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность инсектицида Фасшанс, КЭ в посевах ярового рапса (РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
2022 г.			
Без применения инсектицида	14,3	–	–
Фастак, КЭ (0,1 л/га) – эталон	16,5	2,2	15,4
Фастак, КЭ (0,15 л/га) – эталон	17,0	2,7	18,9
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	16,2	1,9	13,3
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	16,8	2,5	17,5
НСР ₀₅	1,5		
2023 г.			
Без применения инсектицида	8,5	–	–
Фаскорд, КЭ (0,1 л/га) – эталон	9,5	1,0	11,8
Фаскорд, КЭ (0,15 л/га) – эталон	9,8	1,3	15,3
Фасшанс, КЭ (0,1 л/га)	9,7	1,2	14,1
Фасшанс, КЭ (0,15 л/га)	9,9	1,4	16,5
НСР ₀₅	0,5		

Заключение. Инсектицид Фасшанс, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) позволяет эффективно контролировать численность рапсового цветоеда в посевах озимого и ярового рапса. Снижение численности фитофага на 80,0–95,7 % в течение недели после двукратного опрыскивания способствовало сохранению 6,8–9,7 % семян озимого рапса и 13,3–17,5 % – ярового рапса.

На основании результатов исследований инсектицид Фасшанс, КЭ включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и рекомендован для применения в посевах озимого и ярового рапса в нормах расхода 0,1–0,15 л/га.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – аг. Прилуки, Минский район : [б. и.], 2009. – 320 с.
3. ТОП опасных вредителей рапса // ГлавАгроном. – URL: <https://dzen.ru/a/Xqf6O-YuFRRjxGv9> (дата обращения: 04.08.2025).

**S. A. Gaidarova, I. V Bahamolava, H. I. Hajyieva, A. A. Zaprudsky,
A. V. Ageyko**

RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

INFLUENCE OF INSECTICIDE FASCHANCE, EC ON THE NUMBER OF RAPE FLOWERBEETLE IN RAPE CROPS

Annotation. The article presents the of the research on evaluating the efficiency of the insecticide Faschans, EC (alpha-cypermethrin, 100 g/l) in winter and spring rape crops. Biological effectiveness from 82,2 to 90,0 % is maintained for a week after double spraying and allows preserving 6,8–14,1 % of winter rape seeds and 13,3–17,5 % of spring rape seeds.

Key words: winter and spring rape, rape beetle, insecticide, efficiency.

Н. Е. Колтун, О. В. Новикова, Ю. Н. Переверзева, В. С. Комардина
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОБЫКНОВЕННОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА (*TETRANYCHUS URTICAE* KOSH) К ПЕСТИЦИДАМ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ КЛАССОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.07.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Немкевич М. Г.

Аннотация. В лабораторных опытах 2019–2020 гг., оценена чувствительность тепличной популяции обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) на горшечных культурах ежевики и вишни к акарицидам Массай, ВРП (тебуфенпирад, 200 г/кг); Энвидор Плюс, КС (абамектин, 18 г/л + спиродиклофен, 222 г/л); Топазιο, ВДГ (сера, 800 г/кг) и Аполло, КС (клофентизин, 500 г/л). Установлено, что при высокой плотности популяции (до 430 особей в среднем на лист), фитофаг наиболее чувствителен к акарициду Массай, ВРП. В диагностической концентрации препарата (в два раза выше рекомендованной) гибель клеща составила 63,9–72,0 %. При низкой плотности популяций обыкновенного паутинного клеща (до 24 особей в среднем на лист) относительно высокая чувствительность (47,6 %) выявлена к акарициду Аполло, КС. Снижение численности фитофага при однократном применении акарицидов не превысило 10,5 %, при двукратном – 47,6 %. Биологические препараты Энтолек, Ж и Препарат Мелобасс, п.с обеспечивают эффективность против фитофага 56,5 % и 62,3 % соответственно. Хищный клещ Амблисейус (*Amblyseius cucumeris* Oud.) в соотношении 1:5 на 10 суток снижает численность фитофага на 67,5 %.

Ключевые слова: ягодные культуры, обыкновенный паутинный клещ, устойчивые популяции, инсектоакарициды.

Введение. Для обеспечения эффективного выполнения программ защитных мероприятий в насаждениях плодовых и ягодных культур приходится прибегать к многократным химическим обработкам. Это приводит не только к негативным экологическим и санитарно-гигиеническим последствиям, но и обостряет проблему возникновения резистентных популяций вредных организмов и, как следствие, необходимость использования новых пестицидов, увеличение доз и кратности их применения, что помимо всего прочего удорожает защитные мероприятия [13].

Первое сообщение о приобретенной резистентности у насекомых вредителей появилось в 1916–1918 гг. в Калифорнии, где была обнаружена раса красной померанцевой щитовки, устойчивая к синильной кислоте. С появлением в 1960-х годах целой серии новых пестицидов,

обострилась и проблема резистентности. Была отмечена устойчивость насекомых к пиретруму, арсенату свинца, сере. В настоящее время в мире выявлены резистентные популяции более чем у 200 видов насекомых и клещей [15].

Имеются сведения, что быстрее всего образуется резистентность к фосфорорганическим пестицидам у фитофагов, обладающих поливольтиностью, полиморфизмом и высокой скоростью размножения в течение сезона (клещи, тли, кокциды, листолошки). Во многом это объясняется неоднородностью популяций фитофагов, когда наряду с чувствительными к пестициду стадиями (имаго, личинки) присутствуют и более устойчивые (яйца, нимфы, диапаузирующие особи) [4].

Однако, в настоящее время, многие исследователи считают, что фосфорорганические пестициды формируют нестабильную резистентность с быстрым уменьшением уровня (10–12 генераций) после прекращения обработок. Стабильная же резистентность, сохраняющаяся после прекращения обработок неопределенно долгое время (свыше 100 поколений вредителя), и кросс-резистентность селекционируются производными сульфокислот, овицидами и ингибиторами синтеза хитина [7, 14].

В Беларуси разработаны и внедряются высокоэффективные интегрированные системы защиты плодовых и ягодных культур от основных вредных объектов, направленные на повышение урожайности и получение экологически чистой продукции. Однако целенаправленных исследований по вопросам оценки резистентности популяций плодовых клещей к наиболее широко используемым пестицидам не проводилось.

Целью настоящих исследований являлось проведение мониторинга чувствительности паутиного клеща к пестицидам, наиболее часто применяемым в насаждениях республики.

Место и методика проведения исследований. При проведении обследования теплиц РУП «Институт плодоводства» проводились отборы биологического материала в популяциях обыкновенного паутиного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) с целью проведения исследований по оценке чувствительности фитофага к широко применяемым пестицидам, по общепринятым методикам [1, 2, 9, 10, 12, 16, 17].

Исследования по оценке резистентности плодовых клещей к инсектицидам выполнялись путем постановки специальных лабораторных опытов на изолированных саженцах (горшечная культура) вишни и ежевики [5, 6, 8].

Определение резистентности вредных организмов к пестицидам проводили в два этапа: 1) выявление устойчивых особей в популяции с помощью диагностической концентрации препарата в посадках, где отмечено снижение эффективности химических обработок; 2) установление уровня устойчивости популяции путем постановки специальных опытов.

Диагностическая концентрация препарата, при применении которой погибает 100 % нормальных чувствительных особей, как правило, соответствует дозе в 2 раза больше СД₀₅. Выжившие после такой обработки особи считаются потенциально резистентными.

Для обобщения и статистической оценки собранного материала использовались методы регрессионного и корреляционного анализов [3, 18, 19, 20].

Основные результаты исследований. Поскольку учеными во всем мире убедительно доказано, что быстрее всего резистентность членистоногих к пестицидам вырабатывается у фитофагов, имеющих несколько поколений в году и высокую скорость размножения в течение сезона, в исследования по оценке резистентности, в первую очередь, были включены плодовые клещи.

При проведении обследований (2019, 2020 гг.) в теплицах РУП «Институт плодородства» были отобраны горшечные культуры вишни и ежевики, поврежденные обыкновенным паутинным клещом (*Tetranychus urticae* Koch). На протяжении 4-х предыдущих лет, в теплице ежегодно по 3-4 раза, применялись следующие препараты: двухкомпонентный инсектоакарицид Энвидор Плюс, КС (абамектин, 18 г/л + спиродиклофен, 222 г/л) – класс авермектины + кетоэнолы; Апполо, КС (клофентизин, 500 г/л) – класс тетразины; Масай, ВРП (тебуфенпирад, 200 г/кг) – класс пирозолы; Топазιο, ВДГ (сера, 800 г/кг) – препарат неорганической серы.

С отобранными образцами была проведена серия лабораторных опытов по оценке чувствительности популяций обыкновенного паутинного клеща к основным акарицидам и инсектоакарицидам, применяемым в теплице в предыдущие годы.

В 2019 году численность на растениях ежевики перед проведением опрыскивания была высокой и колебалась по вариантам опыта от 95,4 до 430,0 подвижных особей в среднем на лист.

Установлено, что при высокой плотности популяции, через сутки после опрыскивания, доля устойчивых особей фитофага была высокой и колебалась в зависимости от нормы расхода и используемого препарата от 36,0 % до 74,4 %. В вариантах с использованием диагностических концентраций акарицидов Масай, ВРП; Апполо, КС; Энвидор Плюс, КС, в концентрации 0,1–0,12 % и Топазιο, ВДГ, в концентрации 0,8 %, через день после обработки потенциально резистентными к препарату Масай были 36 % популяции, к препарату Апполо – 62,5 %, к препарату Энвидор Плюс – 54,8 %, к препарату Топазιο – 70,8 %, с использованием полевой рекомендованной нормы, соответственно 58,3 %, 66,7 %, 74,4 %, 70,0 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние акарицидов на гибель паутинного клеща на ежевике через сутки после применения (лабораторный опыт, 2019 г.)

Препарат, рабочий раствор, %	К-во клещей в среднем на лист, особей			Гибель, %	Устой- чивые осо- би, %
	до обра- ботки, 12.02	после обработки, 14.02			
		живых	погибших		
Масай, ВРП - 0,05%	150,0	87,5	62,7	41,7	58,3
Масай, ВРП - 0,1%	95,4	34,4	60,0	63,9	36,0
Аполло, КС - 0,06%	135,0	90,0	45,4	33,3	66,7
Аполло, КС - 0,12%	120,0	75,0	45,1	37,5	62,5
Энвидор плюс, КС - 0,06%	430,0	320,0	25,0	25,6	74,4
Энвидор плюс, КС - 0,12%	120,0	65,8	54,3	45,2	54,8
Топазιο, ВДГ - 0,4%	200,0	140,0	61,3	30,1	70,0
Топазιο, ВДГ - 0,8%	127,0	90,0	37,4	29,3	70,8
Контроль (опрыскивание водой)	175,0	212,0	3,6	-	-

Через пять дней после применения акарицидов в диагностических концентрациях доля устойчивых к изучаемым препаратам особей паутинного клеща оставалась достаточно высокой и составляла по вариантам опыта: 26,8 % (Масай, ВРП), 67,3 % (Аполло, КС), 49,3 % (Энвидор Плюс, КС) и 47,5 % (Топазιο, ВДГ); в рекомендуемых нормах 63,9 %, 54,7 %, 59,7 % и 56,8 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние акарицидов на гибель паутинного клеща на ежевике через 5 дней после применения (лабораторный опыт, 2019 г.)

Препарат, рабочий раствор, %	К- во клещей после обработки (18.02), особей в среднем на лист			Гибель, %	Устойчивые особи, %
	всего	живых	погибших		
Масай, ВРП - 0,05%	123,1	80,1	43,0	34,9	63,9
Масай, ВРП - 0,1%	179,2	60,2	129,0	72,0	26,8
Аполло, КС - 0,06%	127,4	71,1	56,2	44,1	54,7
Аполло, КС - 0,12%	90,0	52,6	37,4	41,5	67,3
Энвидор плюс, КС - 0,06 %	331,5	301,5	30,0	29,1	59,7
Энвидор плюс, КС - 0,12 %	127,7	64,5	63,2	49,5	49,3
Топазιο, ВДГ - 0,4%	224,4	130,1	94,3	42,0	56,8
Топазιο, ВДГ - 0,8%	111,3	54,1	57,2	51,3	47,5
Контроль (опрыскивание водой)	127,4	125,8	1,6	1,2	-

Таким образом, установлено, что при исходно высокой плотности популяции паутиного клеща (95–430 особей на лист) самая высокая чувствительность фитофага отмечена к препарату Масай, ВРП (класс пирозолы). Гибель клеща через сутки после применения в диагностической концентрации составляла 63,9 %, через пять дней достигала 72,0 %, в рекомендуемой концентрации колебалась от 41,7 % (через сутки) до 34,9 % (через 5 дней). Чувствительность фитофага к препаратам Аполло, КС; Энвидор плюс, КС и Топазियो, ВДГ была на одном уровне и колебалась в диагностических концентрациях от 29,3 % до 51,3 %, в рекомендуемых – от 25,6 % до 42,0 %.

В 2020 году такая же серия опытов была проведена на растениях вишни, при исходной численности популяции клеща от 7,0 до 24,0 особей на лист. В результате установлено, что через сутки после опрыскивания растений с использованием диагностических (в два раза выше рекомендуемых) концентраций акарицидов Масай, ВРП; Аполло, КС; Энвидор Плюс, КС в концентрации 0,1–0,12 % и Топазियो, ВДГ в концентрации 0,8 %, потенциально резистентными к препарату Масай, ВРП являются 38,0 % популяции, к препарату Аполло, КС – 27,0 %, к препарату Энвидор Плюс, КС – 40,0 %, к препарату Топазियो, ВДГ – 34,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние акарицидов на гибель паутиного клеща на вишне (лабораторный опыт, 2020 г.)

Препарат, рабочий раствор, %	К-во клещей в среднем на лист, особей				Ги- бель, %	Устой- чивые осо- би, %
	до обра- ботки, 12.02	после обработки, 13.02				
		всего	живых	погибших		
Масай, ВРП - 0,05%	7,0	6,6	4,0	2,6	37,5	56,9
Масай, ВРП - 0,1%	7,3	6,2	2,7	3,5	56,4	38,0
Аполло, КС - 0,06%	24,0	24,1	19,0	5,1	21,2	73,2
Аполло, КС - 0,12%	23,0	23,5	13,0	10,5	87,2	27,2
Энвидор плюс, КС - 0,06 %	15,2	15,2	7,2	8,0	52,6	41,8
Энвидор плюс, КС - 0,12 %	8,2	9,9	3,4	6,5	65,6	40,0
Топазियो, ВДГ - 0,4 %	7,0	7,0	2,2	4,8	68,6	31,4
Топазियो, ВДГ - 0,8 %	12,0	11,9	4,8	7,1	59,7	34,7
Контроль (опрыскивание водой)	7,7	10,7	10,1	0,6	5,6	-

При применении акарицидов в рекомендуемых нормах расхода численность устойчивых особей была выше и составила 56,9 % (Масай, ВРП); 73,2 % (Аполло, КС); 41,8 % (Энвидор Плюс, КС); 31,4 % (Топазियो, ВДГ).

Через пять дней после обработки (18.02) численность клещей на вариантах опыта восстановилась, что послужило обоснованием для повторного опрыскивания, проведенного по той же схеме 20.02 (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние повторного применения акарицидов на гибель паутинного клеща на вишне (лабораторный опыт, 2020 г.)

Препарат, рабочий раствор, %	К-во подвижных клещей в среднем на лист, особей			Гибель, %		Устойчивые особи, %	
	до обра- ботки, 18.02	после обработки		21.02	25.02	21.02	25.02
		21.02	25.02				
Масай, ВРП 0,05%	3,5	3,0	2,8	14,3	6,7	78,8	93,3
Масай, ВРП 0,1%	13,9	9,0	8,5	35,2	5,5	57,9	94,5
Аполло, КС 0,06%	15,0	10,0	9,8	33,3	2,0	59,8	98,0
Аполло, КС 0,12%	47,7	25,0	17,9	47,6	28,4	45,5	71,6
Энвидор плюс, КС - 0,06%	3,8	3,6	3,5	5,3	2,8	87,8	97,2
Энвидор плюс, КС - 0,12%	19,8	12,2	13,2	38,4	0,0	54,7	100,0
Топазιο, ВДГ - 0,4%	10,9	7,5	9,4	31,2	0,0	76,4	100,0
Топазιο, ВДГ - 0,8%	1,2	1,0	0,9	16,7	10,0	61,9	90,0
Контроль (опрыскивание водой)	17,2	16,0	18,0	6,9	0,0	-	-

Через сутки после повторного опрыскивания растений (21.02) с использованием диагностических концентраций акарицидов Масай, Аполло, Энвидор Плюс и Топазιο, потенциально резистентными к препаратам, соответственно, оставались 57,9 %, 45,5 %, 54,7 % и 61,9 % популяции, что на 15–25 % выше, чем при однократном применении. При использовании препаратов в рекомендуемых полевых концентрациях, количество устойчивых особей возросло, соответственно, до 78,8 %, 59,8 %, 87,8 % и 76,4 %, что так же выше, чем при однократном применении на 30–40 %. Через пять дней после опрыскивания (25.02) доля устойчивых особей в исследуемой популяции обыкновенного паутинного клеща возросла и составила по отношению к препарату Масай, ВРП 93,3–94,5 %, Аполло, КС – 71,6–98,0 %, Энвидор плюс, КС – 97,2–100,0 %, Топазιο, ВДГ – 90,0–100,0 %.

Таким образом, применение акарицидов и инсектоакарицидов против резистентной популяции обыкновенного паутинного клеща обеспечило снижение численности вредителя через один день после однократного применения не выше 10,5 % (Аполло, КС), после двукратного – максимум 47,6 % (Аполло, КС). Через пять дней после двукратного применения доля чувствительных (погибших) особей к изучаемым препаратам значительно снизилась, и составила по отношению к препарату Масай, ВРП от 5,5 до 6,7 %, Аполло, КС – 2,0–28,4 %, Энвидор плюс, КС до 2,8 %, Топазιο, ВДГ до 10,0 %. Самая высокая чувствительность исследуемой популяции паутинного клеща отмечена к препарату Аполло, КС из класса тетразины, примененного в диагностической концентрации (0,12 %).

В связи с тем, что двукратное применение акарицидов не обеспечило достаточно высокую гибель паутиного клеща на растениях ежевики и вишни, выращенных в культуре *in vitro* в теплице РУП «Институт плодородства», возникла необходимость в подавлении развития фитофага биологическими методами. В лабораторных условиях на изолированных саженцах вишни был заложен опыт по оценке эффективности последовательного применения против клеща биологических препаратов (Энтолек, Ж; Препарат Мелобасс, пс.) и хищного клеща амблисейуса (*Amblyseius cucumeris* Oud.) полученных в лаборатории микробиологического метода защиты растений от болезней и вредителей РУП «ИЗР».

Установлено, что применение биологических препаратов Энтолек, Ж (титр не менее 2 млрд спор/г и Препарата Мелобасс, пс. (титр не менее 6 млрд спор/г) при разведении их 1:10 через пять дней после опрыскивания обеспечивает гибель клеща на 56,5 % и 62,3 % соответственно (таблица 5).

Выпуск хищного клеща амблисейуса в соотношении 1:5 позволил снизить численность обыкновенного паутиного клеща за десять дней на 67,5 % (таблица 6).

Таблица 5 – Влияние биопрепаратов на гибель паутиного клеща на вишне (лабораторный опыт, 2020 г.)

Препарат, рабочий раствор, %	К-во подвижных клещей в среднем на лист, особей		Эффективность препарата (%), 01.03
	до обработки, 25.02	после обработки, 01.03	
Энтолек, Ж, титр не менее 2 млрд спор/г (разведение 1: 10)	6,21	2,7	56,5
Препарат Мелобасс, пс., титр не менее 6 млрд спор/г (разведение 1: 10)	6,09	2,3	62,3

Таблица 6 - Влияние хищного клеща амблисейуса (*Amblyseius cucumeris* Oud.) на гибель паутиного клеща на вишне (лабораторный опыт, 2020 г.)

Вариант	К-во подвижных клещей в среднем на лист, особей				Эффективность, %			Суммар- ная эф- фектив- ность, через 10 дней
	до обра- ботки, 01.03	после обработки						
		4.03	6.03	11.03	4.03	6.03	11.03	11.03
<i>Amblyseius cucumeris</i> Oud. (соотношение 1:5)	5,54	3,75	2,5	1,8	32,3	33,3	28,0	67,5

Таким образом, при высоком уровне резистентности тепличной популяции обыкновенного паутинного клеща к акарицидам, применяемым на плодовых культурах, применение энтомопатогенных биологических препаратов Энтолек, Ж и Препарата Мелобасс, пс., обеспечивает высокую эффективность 56,5% и 62,3% соответственно. Выпуск хищного клеща амблисейуса также показал биологическую эффективность на уровне 67,5 %.

Выводы. Установлено, что при исходно высокой плотности популяции паутинного клеща (95-430 особей на лист) в лабораторных опытах в теплице на саженцах ежевики самая высокая чувствительность фитофага отмечена к препарату Масай, ВРП (класс пирозолы). Гибель клеща через сутки после применения составляла 63,9 %, через пять дней достигала 72,0 %. Чувствительность фитофага к препаратам Апполо, КС, Энвидор плюс, КС и Топазии, ВДГ была на одном уровне и колебалась от 25,6 до 51,3 %.

В лабораторных опытах на изолированных саженцах вишни установлено, что применение акарицидов и инсектоакарицидов против резистентной тепличной популяции обыкновенного паутинного клеща при низкой его плотности (7,0-24,0 особи на лист) обеспечило снижение численности вредителя через один день после однократного применения не выше 10,5 % после двукратного - максимально 47,6 %. Через пять дней после двукратного применения доля чувствительных (погибших) особей к изучаемым препаратам значительно снизилась и составила по отношению к препарату Масай, ВРП от 5,5 до 6,7 %, Аполло, КС – 2,0–28,4 %, Энвидор плюс, КС до 2,8 %, Топазии, ВДГ – 0–10,0 %. Относительно высокая (47,6 %) чувствительность исследуемой популяции паутинного клеща отмечена к препарату Аполло, КС из класса тетразины, примененного в диагностической норме (0,12 %).

Применение биологических энтомопатогенных препаратов Энтолек, Ж и Препарата Мелобасс, пс., обеспечивает эффективность 56,5 % и 62,3 % соответственно. Выпуск хищного клеща амблисейуса в соотношении 1:5 позволяет снизить численность обыкновенного паутинного клеща за десять дней на 67,5 %

Список литературы

1. Алехин, В. Т. Контроль фитосанитарного состояния садов и виноградников / В. Т. Алехин, А. В. Ермаков, В. И. Черкашин // Защита и карантин растений. – 1988. – № 2. – С. 54–57.
2. Количественная экология // Биология : в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под ред. Р. Сопера ; пер. англ. изд. – 2-е изд., стер. – М., 1996. – Т. 2, гл. 13. – С. 127–150.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985.—351 с.

4. Захаренко, В. А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестник защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 3–17.
5. Зильберминц, И. В. Генетика резистентности членистоногих к пестицидам и методы ее анализа / И. В. Зильберминц // Резистентность вредителей с.-х. культур к пестицидам и ее преодоление : сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М., 1991. – С. 7–59.
6. Коваленков, В. Г. Проблема резистентности фитофагов к пиретроидным инсектицидам и пути её решения (на примере Северо Кавказского региона) / В. Г. Коваленков, Н. М. Тюрина, М. С. Соколов // Агрохимия. – 1998. – № 10. – С. 24–39.
7. Лившиц, И. З. Сельскохозяйственная акарология / И. З. Лившиц, В. И. Митрофанов, А. З. Петрушов ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства Рос. акад. с.-х. наук. – М. : ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2011. – 351 с.
8. Манько, А. В. Резистентность паутиных клещей к акарицидам в плодовых насаждениях Украины / А. В. Манько, О. Г. Власова // Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века : материалы девятого совещания (20, 22 дек. 2000 г., Санкт-Петербург) / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; науч. ред.: К. В. Новожилов, Г. И. Сухорученко, В. И. Долженко. – СПб., 2000. – С. 44–45.
9. Методические указания по прогнозированию развития вредителей и болезней картофеля, овощных и плодовых культур / Белорус. НИИ защиты растений ; подгот.: Л. И. Араповой [и др.]. – Минск : [б. и.], 1982. – 44 с.
10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; сост.: Л. И. Прищепа, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.
11. Методических указаний по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – аг. Прилуки, Минский район : [б. и.], 2009. – 320 с.
12. Лившиц, И. З. Рекомендации по учету численности вредителей яблони и прогнозу необходимости борьбы с ними / И. З. Лившиц, Н. И. Петрушова. – М. : Колос, 1979. – 63 с.
13. Соколов, М. С. Биологизация и биобезопасность защиты растений в XXI веке в России / М. С. Соколов // Актуальные вопросы биологизации защиты растений = Urgent problems of biologized plant protection : сб. тр., посвящ. 40-летию ин-та (1960-2000) / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; под общ. ред. М. С. Соколова, Е. П. Угрюмова. – Пушкино, 2000. – С. 26–32.
14. Соколянская, М. П. Проблема кросс-резистентности насекомых и клещей к инсектицидам и акарицидам / М. П. Соколянская, Д. В. Амирханов // Вестник БГАУ. – 2010. – № 1 (13). – С. 12–18.
15. Резистентность вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам и ее преодоление : сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М. : Агропромиздат, 1991. – 192 с.
16. Тарасова, Ю. С. Вредоносность комплекса основных фитофагов яблони в условиях Псковской области / Ю. С. Тарасова // Вестник защиты растений. – 2008. – № 1. – С. 57.
17. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / К. К. Фасулати. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Высш. школа, 1971. – 424 с.
18. Уланова, Е. С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е. С. Уланова, В. Н. Забелин. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 207 с.
19. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand / J. Stanley, D. S. Tustin, G. B. Lupton, S. McArthur / J. Hort. Sc. Biotechnol. – 2000. – Vol. 75, № 4. – P. 413–422.
20. Zar, H. J. Biostatistical analysis / H. J. Zar. – 3rd edition. – London : Prentice Hall, 1996. – 662 p.

N. E. Koltun, O. V. Novikova, Yu. N. Pereverzeva, V. S. Komardina
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

SENSITIVITY OF SPIDER MITE (TETRANYCHUS URTICAE KOCH) TO PESTICIDES FROM DIFFERENT CHEMICAL CLASSES

Annotation. In laboratory experiments conducted in 2019–2020 the sensitivity of spider mite greenhouse population (*Tetranychus urticae* Koch) on potted blackberry and cherry crops to the acaricides Masai, WP (tebufenpyrad, 200 g/kg); Envidor Plus, SC (abamectin, 18 g/l + spiroticlofen, 222 g/l); Topazio, WDG (sulfur, 800 g/kg) and Apollo, SC (clofentezine, 500 g/l) was assessed. It was established that at a high density of the population (up to 430 individuals per leaf on average), the phytophage was the most sensitive to the acaricide Masai, WP. With diagnostic concentration of the preparation (twice higher than the recommended one), the mite mortality was 63,9–72,0%. With a low density of spider mite populations (up to 24 individuals per leaf on average), relatively high sensitivity (47.6%) to the acaricide Apollo SC was observed. The reduction of phytophage numbers with a single acaricide application did not exceed 10,5%, while with a double application the reduction was 47,6%. The biological preparations Entolec, L and Melobass provide efficiency of 56,5% and 62,3% respectively against the phytophage. Predatory mite *Amblyseius* (*Amblyseius cucumeris* Oud.) reduces the phytophage numbers by 67,5% on the 10th day at a ratio of 1:5.

Key words: berry crops, spider mite, resistant populations, insectoacaricide.

Е. В. Стрелкова, Н. В. Зык

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЗАЩИТА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ОТ МОРКОВНОЙ МУХИ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА «ОЛЬГОВСКОЕ»

Дата поступления статьи в редакцию: 19.08.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Ярчаковская С. И.

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос совершенствования элемента технологии возделывания моркови столовой при защите культуры от морковной мухи. Дан анализ поражения фитофагом посевов в фазе 2–3 листа и 4–5 листьев. Дана оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицида Актара, ВДГ различными дозами препарата на моркови столовой в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Беларуси.

Ключевые слова: инсектицид, морковь столовая, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Важная роль в круглогодичном обеспечении населения овощами отводится моркови, которая считается одной из важных овощных культур открытого грунта. В Республике Беларусь морковь занимает второе место после капусты. Использование моркови разнообразно. Ее употребляют в пищу в сыром и вареном видах, консервируют и сушат.

Ценность моркови столовой, прежде всего, объясняется наличием в её составе большого набора полезных для жизнедеятельности организма человека веществ. Особая ценность моркови состоит в том, что сорта ее, имеющие оранжевую окраску корнеплодов, содержат каротин (провитамин А). Который в организме человека и животных переходит в витамин А. Корнеплоды обладают повышенной сахаристостью и являются хорошим источником необходимых организму минеральных солей, содержащих калий, кальций, железо, фосфор и другие полезные минеральные элементы, что в целом благотворно влияет на секрецию желудка. Корнеплоды используют в фармацевтической промышленности, а из семян моркови изготавливают даукарин – средство для лечения болезней сердца. Эфирное масло, содержащееся в семенах моркови (в первую очередь, гераниол), используют в парфюмерно-косметической промышленности, и также при производстве ликеров. Морковный сок применяется в качестве питания для детей, а также как целебное средство при малокровии, при заболеваниях печени, почек.

Такое широкое использование и значение моркови объясняется высокой питательной и диетической ценностью ее корнеплодов. Прежде всего они богаты сахарами, количество которых у лучших сортов достигает 12 %. В составе сахаров преобладают сахароза и глюкоза, имеется и фруктоза.

Урожайность колеблется в зависимости от природных условий района возделывания и агротехники. Средняя урожайность корнеплодов достигает 30–50 т/га, а ботвы – 4–7 т/га. Однако, урожайность не всегда стабильна и часто невелика, что во многом определяется потерями из-за повреждений фитофагами.

Одним из самых распространенных вредителей на моркови является морковная муха. Практически всегда численность вредителя достигает экономического порога вредоносности. Морковная муха распространена в Беларуси повсеместно.

Повреждает морковь (первогодники и семенники), больше пастернак, в меньшей степени – сельдерей, петрушку и другие зонтичные растения. Предпочитает заселять участки с повышенной влажностью: вблизи водоемов, возле кустарников и лесных массивов, различных укрытий, построек и изгородей. Вредящей фазой является личинка. Развившиеся личинки вбуравливаются в кончик корня молодых растений. Личинки протачивают в корнях ходы, которые приобретают ржавый цвет. Поврежденные корнеплоды имеют уродливый вид, нередко с перетяжками, становятся безвкусными, деревянистыми, непригодными для использования и питания. Листья поврежденных растений приобретают красно – фиолетовую окраску, желтеют и засыхают. Сильно поврежденные растения могут и погибнуть.

Корнеплоды, выкопанные из гряд, чаще имеют повреждения рядом с точкой роста корня. В хранилищах личинки морковной мухи переползают из одного корнеплода в другой, при этом они проникают в сердцевину. В республике Беларусь морковная муха развивается в 2 поколениях. ЭПВ в разные периоды жизненного цикла морковной мухи составляет: в фазе 2–3 настоящих листьев 1 муха на 1 желто-оранжевую клеевую цветоловушку за 7 дней, через три недели после всходов моркови 3–4 яйца на 1 растение, в период роста корнеплодов 1 муха на 1 цветоловушку за 7 дней. ЭПВ (3–4 яйца на растение) вредителем был достигнут. Необходимость проведения защитных мероприятий очевидна.

Полудлинные сорта моркови и каротель как правило повреждаются морковной мухой намного сильнее, чем сорта с длинными корнеплодами.

Исследования по определению эффективных средств защиты от фитофага являются актуальными.

Цель исследований – определить биологическую и хозяйственную эффективность инсектицида Актара, ВДГ в посевах моркови столовой против морковной мухи в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. Исследования по определению биологической и хозяйственной эффективности средств защиты от морковной мухи в период вегетации столовой моркови проводились в условиях ПК «Ольговское» в 2022 и 2023 гг.

ПК «Ольговское» – многопрофильное сельхозпредприятие Витебского района. Центральная усадьба сельхозпредприятия находится в населенном пункте Ольгово. Сельское хозяйство специализируется на молочном животноводстве, развитом растениеводстве, овощеводстве. Выращивают элитные семена зерновых, зернобобовых культуры, картофеля, овощи открытого грунта. ПК «Ольговское» является хранителем стабилизационных фондов г. Витебска по овощной продукции. Основными видами деятельности ПК «Ольговское» являются производство зерна, производство молока КРС, производство мяса КРС, овощеводство, выращивание картофеля, заготовка кормов. Климат данной зоны характеризуется мягкой и влажной зимой и относительно прохладным, солнечным летом, что достаточно благоприятно для возделывания моркови столовой. Среднегодовая температура воздуха составляет +4,6 °С. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха составляет 26 °С.

Самым теплым месяцем является июль при среднемесячной температуре 17,8 °С, а самым холодным – январь (–8,2 °С). Сумма активных температур за вегетационный период составляет 2100–2600 °С, для нормального роста и развития ячменя достаточно суммы активных температур 1100–1400 °С [2, 6]. В центральной части Республики Беларусь среднегодовая сумма осадков составляет 600–800 мм, 225,4 из которых выпадает в период вегетации ячменя, что достаточно для его нормального роста и развития. Можно выделить различные формы рельефа: холмистый, волнисто-холмистый, широковолнистый. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые на легких пылеватых суглинках, подстилаемых с глубины 50–80 см моренным суглинком, или с глубины около 1 м песком. Агрохимические показатели почвы: рН – 6,5, содержание гумуса – 2,3 %, подвижного фосфора – 250 мг/кг почвы и обменного калия – 350 мг/кг почвы. Пахотные почвы имеют балл 40,1. Они в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым морковью к почвенным условиям.

В борьбе с морковной мухой использовали инсектицид Актара, ВДГ. Инсектицид относится к классу неоникотиноидов. Актара – кишечно-контактный инсектицид, предназначенный для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. Эффективно подавляет

жуков (имаго и личинок), тлей, листоблошек, белокрылок, цикадок, двукрылых минеров, но слабо эффективен против чешуекрылых вредителей. Инсектицид применяют как для опрыскивания растений в период вегетации, так и для внесения в почву.

Механизм действия инсектицида основан на одном действующем веществе. Тиаметоксам – воздействует на никотин-ацетилхолин-рецепторы в нервной системе, вызывая прекращение питания через 15–60 минут, в зависимости от типа вредителя. Применяется двумя способами: опрыскиванием и внесением под корень с поливной водой. При почвенном применении за счет системного действия инсектицид одновременно защищает от почвенных и наземных вредителей: сосущих, скрытноживущих и листогрызущих. Период защитного действия – 14–21 день при опрыскивании культуры, 40–60 дней при почвенном внесении.

В производственном кооперативе «Ольговское» под посевы моркови столовой отведено 16 га пахотной земли.

Методика проведения исследования общепринятая. Исследования проводились в четырехкратной повторности. Площадь учетной деланки – 1 га. Расположение последовательное. Полевые наблюдения и учет биологической эффективности проведены по общепринятой методике государственного сортоиспытания [5, 6, 8, 10]. Высевали сорт моркови столовой Наполи. Сорт относится к ранним сортам по срокам созревания. Семена по сортовым качествам элитные. По посевным качествам - семена 1-го класса (всхожесть семян не менее 70%). Семена характеризовались посевными показателями, представленными в таблице 1 [2, 9].

Таблица 1 – Характеристика семян моркови столовой, используемых в опыте

Показатель	Соответствующие данные 2022/2023 гг.	
	Наполи	Наполи
Сорт	Наполи	Наполи
Репродукция	Элита	Элита
Масса 1000 семян, г	1,8	2,1
Количество семян в 1 г, шт.	850	720
Лабораторная всхожесть, %	98,9	98,2
Чистота, %	98,1	98,4
Высеяно всхожих семян, тыс. шт./га	800	805

Предшественником для моркови столовой являлись однолетние травы [1, 4, 7, 10, 12]. Обработка почвы включала традиционную вспашку на глубину 20 см оборотным плугом. Осеннее внесение NPK. Общий агрофон для закладки всех вариантов был следующим: $N_{100}P_{90}K_{120}$. Весной внесли карбамид в дозе 200 кг/га. Чизелевание с целью заделки влаги. Затем АКШ 7.2 и нарезка двустрочных гребней КЧ 5.1. Перед посевом в

борьбе с сорняками использовали гербицид Гезагард 2 л/га. Посев проведен сеялкой пневматической овощной СПО-4 (4-х рядная, 2-х строчная). При двустрочном высеве расстояние между строчками 8 см с указанными шагами между центрами строчек. Посев был проведен 10 мая (2022 г.) и 13 мая (2023 г.). Ширина междурядий – 70 см. Глубина заделки семян – 1,5 см, и на расстоянии 1–1,5 см друг от друга. В борьбе с бурой пятнистостью использовали фунгицид Квадрис, СК 0,8 л/га.

В производственном опыте изучалась обработка посевов моркови столовой от личинки морковной мухи инсектицидом Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) различными дозами при двух кратном применении. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Опрыскивание растений моркови проводили в фазу 2–3 листьев и 4–5 листа. Одновременно вносили микроудобрение Текамин Макс. Учет вредных объектов проводили по методике РУП «Институт защиты растений». [10, 11, 13] Агротехника полевых работ вегетационного периода общепринятая для региона. Уход за посевами общепринятый в Республике Беларусь [3, 13]. Уборка проводилась в ручную в конце сентября месяца 2022 года и в конце октября месяца 2023 года.

Опыт закладывался на участках с однородным субстратом, состоянием растений и применением инсектицида, согласно схемы опыта приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Схема опыта

№	Вариант	Норма расхода		Концентрация рабочего раствора, % по препарату	Кратность
		препарата, кг/га	рабочего раствора, л/га		
1	Контроль (без обработки)	-			
2	Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	200	0,08	2
3	Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	200	0,16	2
4	Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	200	0,2	2

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных опытов установлено, что применения инсектицида Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га на моркови в фазу 2–3 листа против морковной мухи в 2022 году обеспечило снижение поврежденности растений фитофагом на 94,4 %

Следует отметить, что применение препарата в дозе 0,04 кг/га на 14 сутки так же показало высокую биологическую эффективность – 81,6 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ на моркови столовой в фазе 2–3 листа против морковной мухи в 2022 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м² на дату учета				Биологическая эффективность, % на дату учета		
		до обработки (30.05)	после обработки			05.06	09.06	16.06
			05.06	09.06	16.06			
			3 сут-ки	7 сут-ки	14 сут-ки			
Контроль	-	59,1	71,4	90,3	140,2	-	-	-
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	59,5	44,3	36,7	25,8	38	59,4	81,6
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	57,7	36,4	30,1	19,5	49,9	66,7	86,1
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	54,2	23,9	19,9	8,1	66,5	78	94,4

Примечание – Первая обработка проведена 02.06.

В фазе роста моркови 4–5 настоящих листьев сохранялась влажная и теплая погода, что способствовало дальнейшему развитию вредителя.

Поврежденность растений морковной мухой в 2022 году в контрольном варианте колебалась от 59,1 до 152,2 шт./м², что превышало пороговую численность. Применение инсектицида Актара, ВДГ в этот период обеспечило снижение поврежденности растений фитофагом от 92,9 % (в норме расхода 0,04 кг/га) до 97,7 % (в норме расхода 0,1 кг/га) (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ на моркови столовой в фазе 4–5 листьев против морковной мухи в 2022 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м² на дату учета				Биологическая эффективность, % на дату учета		
		до обработки (30.05)	после обработки			15.06	19.06	26.06
			15.06	19.06	26.06			
			3 сут-ки	7 сут-ки	14 сутки			
Контроль	-	59,1	85,4	93,5	152,2	-	-	-
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	54,2	24,1	19,7	10,8	71,8	78,9	92,9
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	52,7	21,9	12,1	8,5	74,4	87,1	94,4
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	59,5	14,3	9,9	4,1	83,3	89,4	97,7

Примечание – Вторая обработка проведена 12.06.

Морковная муха является влаголюбивым и тенелюбивым насекомым. Высокая температура воздуха июля и августа месяца, при очень малом количестве выпавших осадков не способствовали развитию 2 поколения морковной мухи. Поэтому защитных мероприятий не проводили.

Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ в 2023 году в фазу 2–3 листа в варианте 0,1 кг/га составила 97,9 % на 14 сутки. В фазу 4–5 листьев – 98 %. Снижение числа поврежденных растений наблюдалось уже на 3 сутки после обработки растений инсектицидом (таблицы 5, 6). Год также был засушливым с повышенным фоном летних температур. Поэтому не проводили мероприятий против 2 поколения морковной мухи.

Таблица 5 – Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой в фазе 2–3 листа против морковной мухи в 2023 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м² на дату учета				Биологическая эффективность, % на дату учета		
		до обработки (02.06)	после обработки			08.06	11.06	18.06
			08.06	11.06	18.06			
			3 сут-ки	7 сут-ки	14 сутки			
Контроль	-	62,2	83,5	95,5	152,2	-	-	-
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	60,2	52,3	42,7	28,8	37,1	55,3	81,1
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	59,5	33,9	25,1	14,5	59,3	73,7	90,5
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	57,7	25,3	15,5	4,1	69,6	83,8	97,7

Примечание – Первая обработка проведена 05.06.

Таблица 6 – Биологическая эффективность инсектицида Актара,ВДГ на моркови столовой в фазе 4–5 листьев против морковной мухи в 2023 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м² на дату учета				Биологическая эффективность, % на дату учета		
		до обработки (02.06)	после обработки			19.06	23.06	30.06
			19.06	23.06	30.06			
			3 сут-ки	7 сут-ки	14 сутки			
Контроль	-	59,1	94,8	123,3	158,3	-	-	-
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	57,2	46,4	31,7	21,8	51,1	74,3	86,2
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	59,5	33,9	19,1	9,5	64,2	84,5	94,0
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	57,7	14,3	8,0	3,2	84,9	93,5	98,0

Примечание – Вторая обработка проведена 15.06.

Поврежденность корнеплодов морковной мухой в годы исследований колебалась от 52,7 до 62,2 шт./м² до обработки. Проведение защитных мероприятий против фитофага существенно повысило уровень выхода товарной продукции (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность моркови столовой при применении инсектицида Актара, ВДГ против морковной мухи

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая, ц/га
	2022 г.	2023 г.	среднее	
Контроль	300	320	310	–
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,04 кг/га	420	440	430	120
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,08 кг/га	540	550	545	235
Актара,ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 1.0 кг/га	880	890	885	575
НСР _{0,5}			4,6	

В контрольном варианте, без защиты растений от морковной мухи урожайность составила 310 ц/га в среднем за два года исследований. Прибавка урожая корнеплодов моркови столовой при защите растений инсектицидом Актара, ВДГ в дозе 1,0 кг/га составила 575 ц/га. Разница в урожае между вариантами испытываемого инсектицида была существенной (таблица 7).

Заключение. Таким образом, в результате проведенных двухлетних опытов в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Беларуси установлено, что при высокой поврежденности растений моркови морковной мухой (52,7–62,2 шт./м²) наиболее эффективно двукратное применение инсектицида Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га в фазы 2–3 и 4–5 листьев моркови, что обеспечило в среднем за два года исследований снижение поврежденности растений фитофагом на 98,0 % и сохранение 575 ц/га корнеплодов по сравнению с контролем.

Список литературы

1. Справочное пособие руководителя сельскохозяйственной организации : в 2 ч. / под ред. А. П. Курдеко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – Ч. 2 / В. Л. Баркулов, Н. В. Барулин, В. С. Воробьев [и др.]. – 480 с.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; ред.: С. В. Сорока [и др.]. – Минск : Бел. наука, 2005. – 462 с.
3. Морковная муха // GR-Agro. – URL: <https://gr-agro.uz/atlas-vrednyh-obektov/vrediteli/morkovnaya-muha.htm> (дата обращения: 13.05.2025).
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; ред.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск : [б. и.], 2011. – 283 с.
5. Логинов, В. Ф. Последствия современных изменений климата в Беларуси / В. Ф. Логинов // Земляробства і ахова раслін. – 2002. – № 5. – С.3-4.
6. Володичев, М. А. Методы учета вредителей / М. А. Володичев // Защита растений. – 1986. – № 6. – С.15–16.

7. Танский, В. И. Экономические пороги вредоносности насекомых / В. И. Танский // Защита растений. – 1988. – № 6. – С. 32–34.
8. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / авт.-сост.: Л. В. Плешко, А. В. Майсеенко, Т. И. Гололоб [и др.] ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция посеменоводству, карантину и защите растений. – Минск : Бизнес-софсет, 2011. – 544 с. – (Прил. к журналу «Земляробства і ахова раслін» ; № 6).
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат. 1985. – 351 с.
10. Морковная муха / Е. Г. Шинкоренко, Н. Н. Колядко, И. А. Прищепа [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – аг. Прилуки, Минский район, 2009. – С. 223.
11. Сауткин, Ф. В. Современное распространение в условиях Беларуси инвазивных видов минирующих молей (Lepidoptera: Gracillariidae) – филлофагов-минеров белой акации (*Robinia pseudoacacia*) / Ф. В. Сауткин, С. И. Евдошенко // Вестник Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 1. – С. 103–104.
12. Сельскохозяйственная энтомология : учебник / Г. Е. Осмоловский, А. А. Мигулин, С. М. Пospelов [и др.] ; под ред. А. А. Мигулина. – 2 изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1983. – Гл. 5. Вредители зерновых и кормовых бобовых культур. – С. 106–134.
13. Морковь / И. А. Прищепа, Н. Н. Колядко, Ф. А. Попов [и др.] // Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – С. 310–317.

E. V. Strelkova, N. V. Zyk

Belarusian National Technical University, Minsk

PROTECTION OF CARROT TABLE FROM CARROT FLIES IN THE CONDITIONS OF THE «OLGOVSKOYE» PRODUCTION COOPERATIVE

Annotation. The article considers the issue of improving the technology of carrot cultivation in the dining room while protecting crops from carrot flies. The analysis of phytophagous damage to crops in the phase of 2–3 leaves and 4–5 leaves is given. The assessment of the biological and economic effectiveness of the insecticide Actara, EDG with various doses of the drug on canteen carrots in the conditions of the «Olgovskoye» production cooperative of the Vitebsk region of Belarus is given.

Key words: insecticide, table carrots, biological and economic efficiency.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 579.64:632.937.15

А. А. Шейн, Д. В. Войтка

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ И АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ РОДА *XENORHABDUS*

Дата поступления статьи в редакцию: 25.06.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Бречко Е. В.

Аннотация. Представлены результаты исследований по изоляции и изучению антагонистической активности симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод. Получено 6 изолятов бактерий, принадлежащих к роду *Xenorhabdus*. Выявлено, что полученные изоляты проявляют высокий уровень антибактериальной и антифунгальной активности. Показан угнетающий эффект на рост фитопатогенных бактерий родов *Clavibacter*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и фитопатогенных микромицетов родов *Alternaria*, *Rhizoctonia* и *Phytophthora*.

Ключевые слова: энтомопатогенные нематоды, *Steinernema*, симбиотические бактерии, *Xenorhabdus*, фитопатогены, антагонизм, антибактериальная активность, антифунгальная активность.

Введение. Для защиты растений от вредителей и болезней широко используются химические препараты, обладающие рядом нежелательных последствий. Их применение отрицательно сказывается на чистоте почвы и грунтовых вод, а также качестве сельскохозяйственной продукции [1]. В силу неспецифичности химические препараты негативно влияют на экологическую обстановку: к ним чувствительны не только вредители, но и полезные нецелевые объекты.

Недостатки химических препаратов для защиты растений заставляют искать альтернативы, среди которых ведущее положение занимает биологический метод. В мировой сельскохозяйственной практике для контроля насекомых-вредителей широко используются препараты на основе энтомопатогенных нематод рода *Steinernema* [2, 3, 4]. Нематоды *Steinernema* находятся в активном поиске своих хозяев. Инфекционные

личинки проникают в тело насекомого через естественные отверстия (дыхальца, ротовое, анальное). Оказавшись в полости тела, штейнерматиды выпускают в гемолимфу хозяина симбиотических бактерий *Xenorhabdus* spp. Рост и размножение бактерий приводит к гибели и перевариванию насекомого [4, 5].

Xenorhabdus spp. используют энтомопатогенных нематод рода *Steinernema* как переносчиков. В свою очередь, для нематод бактерии играют роль факторов вирулентности. Внутри штейнерматид ксенорабдусы располагаются в специальной структуре переднего кишечника – рецептакуле. *Xenorhabdus* spp. легко культивируются в лабораторных условиях. Несмотря на возможность сапротрофного образа жизни, вне ассоциации с нематодами ксенорабдусы не обнаруживаются [6].

Бактерии рода *Xenorhabdus* – это подвижные грамотрицательные палочки, факультативные анаэробы. На средах с концентрацией агара 0,6–1,2 % наблюдается рост. Отличаются отсутствием ряда активностей, типичных для энтеробактерий, таких как каталазная и нитратредуктазная. Спектр сбраживаемых углеводов также узкий для Enterobacterales. Характерной чертой *Xenorhabdus* является наличие двух чётко различимых физиологических состояний (форм). Первичные формы более вирулентны, метаболически активны и поглощают ряд красителей из питательных сред. Последнее используется при выделении этих бактерий. В зависимости от красителя, колонии первичных форм образуют синие (бромтимоловый синий) или тёмно-красные (нейтральный красный) колонии. При культивировании в лабораторных условиях наблюдается диссоциация с образованием вторичных форм. Вторичные формы обычно не способны к синтезу пигментов, захвату красителей и менее вирулентны. Обратный переход возможен, но происходит с меньшей частотой. Причины и возможная биологическая роль этого явления неизвестны [5, 6].

Бактерии *Xenorhabdus* синтезируют широкий спектр биологически активных соединений. Около 6 % генома приходится на синтез вторичных метаболитов. Среди них известны вещества, которые подавляют рост бактерий, грибов и простейших [6, 7]. Пептиды фабклавины активны против грамположительных и грамотрицательных бактерий, дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, простейших *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma brucei* и *Trypanosoma cruzi*. Бикорнитуны – группа соединений, богатых остатками аргинина. Была показана их цитотоксичность для патогена табака *Phytophthora nicotianae*, наличие чувствительности к ним у *Erwinia amylovora* и *Bacillus subtilis* [7, 8]. Индол-содержащие вещества регулируют метаболизм самих ксенорабдусов, но также эффективны против грибов, бактерий и ингибируют фосфолипазу A2 (элемент иммунного ответа насекомых). Схожими свойствами обладает

бензилацетон. Собственно антагонистическую функцию выполняют РАХ-пептиды, проявляющие как антибактериальную, так и антифунгальную активность. Производные дитиопирролона включают в себя ксенорксиды и ксенорабдитины. Они обладают широким спектром действия, включающим антибактериальную, антифунгальную и инсектицидную активности [7].

Таким образом, среди бактерий р. *Xenorhabdus* обнаруживаются штаммы, способные синтезировать не только факторы вирулентности, но и антимикробные вещества. На основе таких штаммов возможно создание биопрепаратов, эффективных как против вредителей, так и против болезней растений. Создание препаратов комплексного действия является перспективным направлением биотехнологии.

Целью данной работы являлась оценка антибактериальной и антифунгальной активности бактерий рода *Xenorhabdus* – симбионтов энтомопатогенных нематод рода *Steinernema*.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись 4 штамма энтомопатогенных нематод рода *Steinernema* и 6 изолятов бактерий. Изоляты получали из лабораторно заражённых нематодами личинок большой восковой моли *Galleria mellonella*. Как контроли при постановке физиолого-биохимических тестов использовали *Agrobacterium tumefaciens* 2592, *Bacillus thuringiensis* C-11 и *Pseudomonas corrugata* 9069. Для оценки антибактериальной активности использовали 6 штаммов фитопатогенных бактерий (рода *Clavibacter*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*). Для оценки антифунгальной активности использовали 2 штамма грибов (*Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*) и 1 штамм оомицета (*Phytophthora alni*).

Гусениц старших и средних возрастов *G. mellonella* заражали одним из следующих штаммов нематод: *Steinernema feltiae* №8, *Steinernema feltiae* №31, *Steinernema* sp. SBG-99, *Steinernema* sp. SBM3-96. Заражение проводили в пластиковых чашках диаметром до 4 см с фильтровальной бумагой. В чашку с 4 гусеницами вносили 0,2 мл водной суспензии нематод. Титр подбирали так, чтобы на одно насекомое приходилось не менее 5 инфекционных личинок нематод (в данном случае, не менее 100 ос./мл). Каждые сутки чашки проверяли на наличие погибших гусениц. Трупы с характерными симптомами (ровная поверхность, серый, коричневый или красный оттенок, вязкое содержимое) отбирали для выделения из них бактерий [9].

Суточные трупы гомогенизировали в 5 мл стерильного физиологического раствора (NaCl 8,5 г/л). 0,1 мл гомогената сеяли на дифференциально-диагностические среды методом Дригальского. Гомогенаты насекомых, заражённых штаммами *S. feltiae*, сеяли на NBTA (ГРМ) и NBTA (ПДА). Для штаммов, вид которых не уточнён, также

использовали среду МакКонки. В обоих случаях высевы далее инкубировали при 27,0 °С. На NBTA ксенорабдусы образуют тёмно-синие колонии. Колонии *Xenorhabdus poinarii* на среде МакКонки имеют тёмно-красный цвет [5]. Составы сред следующие:

1. NBTA (ГРМ), г/л: панкреатический гидролизат рыбной муки – 12,0; пептон ферментативный – 12,0; NaCl – 6,0; трифенилтетразолия хлорид (ТТХ) – 0,04; бромтимоловый синий – 0,025; агар – 10,0±2,0; дистиллированная вода – до 1 л, pH 7,3±0,2.

2. NBTA (ПДА), г/л: пептон ферментативный – 15,0; дрожжевой экстракт – 5,0; NaCl – 8,0; трифенилтетразолия хлорид (ТТХ) – 0,04; бромтимоловый синий – 0,025; агар – 15,0; дистиллированная вода – до 1 л, pH 7,3±0,1.

3. Среда МакКонки, г/л: панкреатический гидролизат желатина – 17,0; лактоза одноводная – 10,0; NaCl – 5,0; пептон ферментативный – 3,0; соли желчных кислот – 1,5; нейтральный красный – 0,03; кристаллический фиолетовый – 0,001; агар – 13,5; дистиллированная вода – до 1 л, pH 7,1±0,2.

Первичная характеристика изолятов включала оценку следующих параметров: морфология колоний, пигментация, способность к поглощению бромтимолового синего, грампринадлежность, подвижность, наличие каталазы и способность сбраживать глюкозу, лактозу и маннит [5, 10]. На основании полученных результатов отбирали изоляты, относящиеся к роду *Xenorhabdus* [5].

Культуральные признаки оценивали на ПДА и среде Гисса с лактозой и 1,2 % агара при 27,0 °С. На ПДА оценивали характер роста в отсутствии бромтимолового синего, на среде Гисса – при 0,04 г/л бромтимолового синего. Учёты проводили на 3-и и 5-е сутки соответственно.

Грампринадлежность определяли с помощью КОН-теста, каталазную активность – внесением биомассы в каплю 3 %-ной перекиси водорода. Подвижность и способность к сбраживанию углеводов определяли посевом в соответствующие полужидкие среды Гисса.

Антагонизм по отношению к бактериям определяли методом перпендикулярных штрихов, по отношению к микромицетам – методом агаровых блоков [11]. Опыты проводили при температуре 27,0 °С. Штаммы-антагонисты и бактериальные тест-культуры растили на ПДА, микромицетов – на сусло-агаре. Результаты учитывали на 3-и сутки, в опытах с *R. solani* – на 7-е сутки.

Статистическую обработку результатов проводили в программном пакете MS Excel 2019.

Результаты исследований. На NBTA были получены колонии нетипичных цветов. Окраска колоний варьировала от красной, коричневой

и почти чёрной до фиолетовой и серо-синей. Отчётливо синяя окраска наблюдалась лишь у тонкого слоя биомассы во время отбора изолятов. На среде МакКонки были получены только бесцветные колонии, края которых лишь через неделю приобретали красно-оранжевый оттенок.

Отсутствие тёмно-синих колоний на NBTA может быть вызвано рядом причин. Прежде всего, это сама питательная среда. В литературе указано содержание бромтимолового синего и ТТХ [5]. Состав питательной основы сред может существенно различаться у отдельных авторов, что сказывается на характере роста бактерий. Кроме того, сам бромтимоловый синий является кислотно-основным индикатором. В зависимости от pH, он имеет жёлтый, зелёный или синий цвет. Так, Котова Э.П. (2024) отмечает выделение не типично синих, а зелёных колоний ксенорабдусов [12].

Для бактерий *Xenorhabdus* характерно наличие двух морфологически и физиологически различных состояний (форм). Из нематод и заражённых насекомых выделяют так называемые первичные формы. Для них характерен активный захват бромтимолового синего, а значит формирование тёмно-синих колоний на NBTA. Первичные формы также способны синтезировать пигменты жёлтых и коричневых цветов, что может затруднить их выделение. Вторичные формы, как правило, появляются в результате диссоциации в лабораторных условиях. Они обладают ограниченными метаболическими возможностями и в тех же условиях формируют красные колонии [5]. Выделение вторичных форм из заражённого насекомого, по меньшей мере, необычно.

Были отобраны изоляты, чья окраска была наиболее близкой к упоминаемой в литературе. Часть изолятов показывала скудный рост и теряла окраску при пересевах. Для дальнейшего изучения было оставлено 6 наиболее морфологически стабильных изолятов (таблица 1). Изоляты были названы по штаммам нематод, от которых получены. Приписка «Н» добавлена к названиям изолятам, полученным на среде NBTA (ПДА).

Таблица 1 – Окраска колоний изолятов при выделении

Среда для изоляции	Изоляты	Окраска колоний при изоляции
NBTA (ГРМ)	№8, №31, SMB3-96	Бордово-коричневые
NBTA (ПДА)	№31Н	Бирюзовые
	SBD-99Н	Красный низ, синий верх
	SMB3-96Н	Сизые

При культивировании полученных бактерий на средах ПДА и плотном варианте среды Гисса с лактозой отчётливо прослеживалось 2 морфотипа (таблица 2).

Таблица 2 – Морфологические признаки изолятов на различных питательных средах

Группа	Изоляты	ПДА	Плотная среда Гисса с лактозой
1	№8	Белые S-колонии с диффундирующим в среду жёлтым пигментом	Полупрозрачные бесцветные колонии. Среда синяя.
	SBD-99H	Белые S-колонии	
	SMB3-96	Белые полупрозрачные S-колонии	
2	№31, №31H	Жёлто-оранжевые полупрозрачные S-колонии с диффундирующим в среду жёлтым пигментом	Сине-зелёные колонии. Непосредственно рядом с колониями среда тёмно-синяя, дальше от колоний – сине-зелёная.
	SMB3-96H	Оранжевые S-колонии с диффундирующим в среду жёлтым пигментом	

Изоляты группы 2 формировали насыщенные сине-зелёные колонии на среде Гисса, характерные для *Xenorhabdus* spp. Скорее всего, это вызвано более высокой концентрацией бромтимолового синего, чем в NBTA (0,04 и 0,025 г/л соответственно). На данном этапе изоляты группы 1 не исключались из исследования ввиду возможности получения вторичных форм.

Для дальнейшей идентификации изоляты проверяли на грампринадлежность, подвижность, каталазную активность и способность сбраживать ряд углеводов. Бактерии рода *Xenorhabdus* отличаются отсутствием каталазы [5], что справедливо для 4 изолятов из 6 (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты определения грампринадлежности и физиолого-биохимических параметров изолятов

Изоляты	Ката-лаза	Образование кислоты из углеводов:			Подвижность	Грам-при-надлеж-ность
		глюкоза	маннит	лактоза		
№8	+	+, газ	+, газ	—	+	—
SBD-99H	+	—	—			
SBM3-96	—	—				
№31, №31H, SBM3-96H	—	+				

Примечания: «+» – положительный результат или грамположительность, «–» – отрицательный результат или грамотрицательность, «газ» – образование пузырьков газа в столбике агара.

Исходя из полученных результатов, 3 изолята (№31, №31Н, SBM3-96Н) представляют собой группу морфологически и физиологически сходных бактерий. Данные изоляты грамотрицательные, подвижные, на ПДА формируют жёлто-оранжевые или оранжевые колонии с диффундирующим в среду жёлтым пигментом. При добавлении в среду 0,04 г/л бромтимолового синего они образуют колонии насыщенного сине-зелёного цвета, обесцвечивая среду вокруг них. Изоляты не обладают каталазной активностью, сбраживают глюкозу и не сбраживают лактозу и маннит. По совокупности этих признаков изоляты №31, №31Н, SBM3-96Н могут быть отнесены к роду *Xenorhabdus*. Исходя из видовой принадлежности нематод-хозяев и синтеза жёлтых пигментов, изоляты №31 и №31Н могут быть представителями вида *Xenorhabdus bovienii* [5]. Точная идентификация до вида требует дальнейших исследований. Далее по тексту все 3 изолята будут указаны как *Xenorhabdus* sp.

В таблице 4 представлены результаты оценки антибактериальной активности.

Таблица 4 – Результаты определения грампринадлежности и физиолого-биохимических параметров изолятов

Штаммы-антагонисты	Тест-культуры					
	<i>Clavibacter</i> sp. Могилёв	<i>P. versatile</i> ju 42	<i>P. corrugata</i> 9069	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> УМБ 7595	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> УМБ 9109	<i>P. syringae</i> pv. <i>tonato</i> Pst5
№31	20,33±1,25	8,67±1,25	10,33±0,47	6,00±1,63	19,33±1,25	26,00±3,27
№31Н	19,33±0,94	4,00±0,82	7,33±1,25	3,67±0,47	15,67±1,7	21,00±1,41
SBM3-96Н	29,67±1,25	21,33±0,47	9,00±0,82	11,33±0,47	24,67±2,62	25,33±0,47

Для всех 6 тест-культур было показано значительное угнетение роста. Широкий спектр активности согласуется с литературными данными [7] и говорит о перспективности штаммов *Xenorhabdus* sp. как продуцентов антибактериальных веществ.

Антифунгальную активность наблюдали у 2 штаммов *Xenorhabdus* sp., и, в целом, она была гораздо ниже антибактериальной (таблица 5).

Таблица 5 – Размер зон задержки роста фитопатогенных грибов, мм

Штаммы-антагонисты	Тест-культуры		
	<i>A. solani</i>	<i>R. solani</i>	<i>Ph. alni</i>
№31	1,67±0,94	4,67±0,94	2,0±0,82
№31Н	2,00±0,82	0±0	3,67±0,94
SBM3-96Н	0±0	0±0	0±0

Штамм №31 оказался наиболее активен против *R. solani*, штамм №31Н – в отношении *Ph. alni*. Примечательно, что SBM3-96Н, показавший самые высокие значения антибактериальной активности, рост микромицетов не угнетал.

Заключение. В результате исследования из заражёнными нематодами рода *Steinernema* гусениц было получено 6 морфологически стабильных изолятов. 3 изолята (№31, №31Н и SBM3-96Н) являются представителями рода *Xenorhabdus*. Штаммы №31 и №31Н могут относиться к виду *X. bovienii*.

Установлен ингибирующий эффект 3 штаммов *Xenorhabdus* sp. по отношению к 9 штаммам фитопатогенных микроорганизмов (6 бактерий, 2 грибов, 1 оомицетов): размер зон задержки роста варьировал от $3,67 \pm 0,47$ мм до $29,67 \pm 1,25$ мм для бактерий и от $1,67 \pm 0,94$ мм до $4,67 \pm 0,94$ мм для микромицетов.

Широкий спектр и высокий уровень активности свидетельствует о перспективности использования полученных штаммов *Xenorhabdus* sp. в качестве продуцентов антимикробных веществ.

Работа выполнена в рамках совместного белорусско-китайского научно-технического проекта Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь «Оценка эффективности биологически активных компонентов при культивировании и применении энтомопатогенных нематод» (договор №Б24КИТГ-020).

Список литературы

1. Ярчаковская, С. И. Регулирование численности фитофагов биопрепаратами в насаждениях плодовых и ягодных культур в Беларуси / С. И. Ярчаковская, Н. Е. Колтун, Р. Л. Михневич // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Вып. 41. – С. 263–264.
2. Оберемок, В. В. Современные инсектициды: их преимущества, недостатки и предпосылки к созданию ДНК-инсектицидов (обзорная статья) / В. В. Оберемок, А. С. Зайцев // Ученые записки Таврического нац. ун-та имени В. И. Вернадского. Сер. Биология, химия. – 2014. – Т. 27, № 1. – С. 112–126.
3. Entomopathogenic bacteria: from laboratory to field application / ed.: J. F. Charles, A. Delécluse, C. Nielsen-Le Roux. – Dordrecht : Springer Science & Business Media, 2013. – 523 p.
4. Successes and failures in use of parasitic nematodes for pest control / R. Georgis, A. M. Koppenhofer, L. A. Lacey [et al.] // Biological Control. – 2006. – Vol. 38, iss. 1. – P. 103–123.
5. Bergey's manual of systematic bacteriology : 5 V. / ed: Don J. Brenner [et al.]. – Second publisher. – New York : Springer, 2005. – Vol. 2: The Proteobacteria, Part B: The Gammaproteobacteria / ed. board: G. M. Garrity [et al.]. – 1106 p.
6. Sajnaga, E. Evolution and taxonomy of nematode-associated entomopathogenic bacteria of the genera *Xenorhabdus* and *Photorhabdus*: an overview / E. Sajnaga, W. Kazmierczak // Symbiosis. – 2020. – Vol. 80, № 1. – P. 1–13.
7. Dreyer, J. Bacteria of the genus *Xenorhabdus*, a novel source of bioactive compounds / J. Dreyer, A. P. Malan, L. M. T. Dicks // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – P. 1–14.

8. Fabclavine diversity in *Xenorhabdus* bacteria / S. L. Wenski, H. Cimen, N. Berghaus [et al.] // Beilsyein j. of organic chemistry. – 2020. – Vol. 16, № 1. – P. 956–965.
9. Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты : монография / М. В. Штерншис, И. В. Исси, Э. Г. Воронина [и др.] ; под ред. В. В. Глупова. – М. : Круглый стол, 2001. – 736 с.
10. Желдакова, Р. А. Фитопатогенные микроорганизмы : учеб.-метод. комплекс для студентов биол. фак. спец. 1-31 01 01 «Биология» / Р. А. Желдакова, В. Е. Мямин. – Минск : БГУ, 2006. – 116 с.
11. Лысак, В. В. Микробиология: методические рекомендации к лабораторным занятиям и контроль самостоятельной работы студентов / В. В. Лысак, Р. А. Желдакова. – Минск : БГУ, 2002. – 100 с.
12. Перспективы применения различных видов и штаммов симбиотических бактерий (*Xenorhabdus* sp.) в биологической защите картофеля от болезней в условиях Европейского Севера России / Э. П. Котова, Т. А. Данилова, Л. Г. Данилов, М. В. Архипов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 3. – С. 395–406.

A. A. Shein, D. V. Voitka

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SYMBIOTIC BACTERIA OF THE GENUS *XENORHABDUS*

Annotation. The results of studies on isolation and antagonistic activity of symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes are presented. 6 isolates of bacteria belonging to the genus *Xenorhabdus* were obtained. It was revealed that the obtained isolates exhibit a high level of antibacterial and antifungal activity. It has been shown to inhibit the growth of phytopathogenic bacteria of the genera *Clavibacter*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas* and phytopathogenic micromycetes of the genera *Alternaria*, *Rhizoctonia* and *Phytophthora*.

Key words: entomopathogenic nematodes, *Steinernema*, symbiotic bacteria, *Xenorhabdus*, phytopathogens, antagonism, antibacterial activity, antifungal activity.

*Е. Н. Янковская, Д. В. Войтка, М. В. Федорович, А. А. Шейн
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 15.07.2025

Рецензент: канд.биол. наук Комардина В. С.

Аннотация. В условиях *in vitro* изучено влияние технологических добавок, вводимых на постферментационной стадии, на энтомопатогенные грибы – основу биологических препаратов. Установлено, что повышению жизнеспособности и биологической активности штаммов способствует добавление магния сульфата, железа сульфата, подсолнечного масла, рапсового масла, диметилсульфоксида, 2-аминопентандиовой кислоты.

Ключевые слова: энтомопатогенные грибы, биологические препараты, технологические добавки, активаторы, протекторы, биологическая активность, энтомоцидная активность.

Введение. Энтомопатогенные препараты для биологического контроля фитофагов (насекомых и клещей) создаются на основе естественных регуляторов их численности – возбудителей грибных болезней. В тоже время, несмотря на высокий уровень экологической безопасности подобных препаратов, их применение не всегда дает стабильный эффект. Это объясняется сложностью взаимодействия микопатогенов членистоногих с организмом насекомого-хозяина и с внешней средой [1–2]. Действующее начало препаратов подвергается негативному влиянию ряда абиотических факторов в процессе инфицирования целевого объекта. Энтомопатогенные грибы подвержены отрицательному влиянию УФ-излучения, экстремальных температур, осадков, низкого уровня влажности атмосферного воздуха, что может в значительной степени снижать активность спор микопатогенов – действующего начала биопрепаратов [3]. Это обуславливает необходимость разработки способов, способствующих максимальной реализации регуляторного потенциала штаммов-основ биопрепаратов, обеспечивающих их сохранность во внешней среде и надежность инсектицидного эффекта.

Для защиты действующего начала биопрепаратов от негативных факторов и повышения целевой активности целесообразно включать в их состав вещества-протекторы и активаторы, нетоксичные как для самих

патогенов, так и для окружающей среды. Анализ результатов научных и научно-практических изысканий в этой сфере позволяет выделить ряд наиболее перспективных технологических подходов для решения подобных задач. Так, рядом исследований показана целесообразность включения протекторов от УФ-излучения для защиты спор энтомопатогенных грибов на стадии применения и инфицирования целевого объекта [3–5]. Использование различного рода активирующих добавок направлено как на повышение патогенной активности грибов-основы биопрепаратов (скорость и интенсивность прорастания, ферментативная активность и др.), так и на увеличение восприимчивости целевого объекта к возбудителю [6–7]. Известно, что значимому повышению эффективности способствует введение в состав биопрепаратов на постферментационной стадии веществ липидной природы, которые одновременно оказывают защитное и стабилизирующее действие, а также способствуют лучшему удержанию рабочей суспензии на обрабатываемой поверхности [8–10].

Таким образом, приведенные выше результаты научных исследований подтверждают актуальность проведенного нами изучения влияния ряда технологических добавок на жизнеспособность штаммов энтомопатогенов в условиях *in vitro* и на их энтомоцидную активность *in vivo*.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования проводили путем постановки специальных экспериментов в лаборатории микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений».

В качестве модельных в опытах использовали штаммы из коллекции энтомопатогенных грибов РУП «Институт защиты растений»:

Beauveria bassiana 10-06 – основа Препарата Мелобасс, пс., титр не менее 6 млрд спор/г (*Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, штамм 10-06),

Lecanicillium lecanii BL-2 – основа препарата Энтолек, Ж, титр не менее 2 млрд спор/г (*Lecanicillium lecanii*(Zimmerm.) Zare & W.Gams BL-2, штамм БИМ F-456Д).

В качестве энтомологического тест-объекта использовали гусениц IV-V возраста лабораторной популяции большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* L. (*Pyrallidae*).

В качестве аддитивов использовали магния сульфат $MgSO_4$, железа сульфат $FeSO_4$, оксид цинка, дисодиум карбонат Na_2CO_3 (натрия карбонат), натрий додецилсульфат натрия (SDS, лаурилсульфат натрия), диметилсульфоксид (ДМСО), 2-аминопентандиовую кислоту (глутаминовую кислоту), 1,4-бутандиовую кислоту (янтарную кислоту), мелассу, подсолнечное масло, рапсовое масло, гумат калия.

Жизнеспособность спор энтомопатогенных грибов в опытах по оценке влияния аддитивов определяли путём подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ) при посеве суспензии спор энтомопатогенного гриба на поверхность твердой питательной среды. Первоначальное количество спор в суспензии определяли путём прямого подсчета в камере Горяева [11]. Аддитивы оценивали в условиях их введения в водную суспензию конидий, стандартизированную по титру спор до 3×10^3 /мл. В качестве контрольного варианта использовали посев водной суспензии конидий без добавок. После стандартизации суспензий по титру и введения добавок проводили посев образцов на поверхность агаризованной среды (сусло-агар) в чашках Петри. Повторность опыта – 4-кратная, в повторности – 1 чашка. Посевы в чашках инкубировали при температуре +27 °С. Подсчет КОЕ проводили на 4-е и 7-е сутки после посева. Количество КОЕ соответствовало количеству жизнеспособных спор. Разница между этим показателем и расчётным количеством спор, высеянных на поверхность питательной среды, соответствовало доле жизнеспособных спор (в %).

С целью оценки влияния добавок фотопротекторного типа на жизнеспособность спор в условиях экспериментального УФ-облучения образцы суспензий культур энтомопатогенных грибов, стандартизированные по титру спор из расчёта содержания 1000–2000 спор/мл, высевали в объеме 0,1 мл на поверхность агаризованной среды сусло-агар в чашках Петри. Непосредственно после посева чашки в открытом состоянии (со снятыми крышками) подвергали УФ-облучению в стерильном боксе в течение 20 мин. В качестве УФ-излучателя использовали диодный источник света с пиковой длиной волны 280 нм. В качестве вариантов сравнения в случае с каждой из оцениваемых добавок использовали чашки с культурами без обработки ультрафиолетовым облучением и экспонированием в открытом состоянии в боксе в течение того же времени. Контрольные варианты – посев суспензии спор штаммов без протекторных добавок с последующим УФ-облучением культуры и без облучения. На 3–7-е сутки после посева проводили подсчет КОЕ. Количество КОЕ считали соответствующим количеству жизнеспособных спор. Исходя из разницы между количеством КОЕ и количеством спор в 0,1 мл посеянной суспензии, определенном путём прямого подсчёта, определяли количество жизнеспособных спор относительно их числа в посеве (в %). Повторность опыта – 4-кратная, в повторности – 1 чашка.

Оценку влияния добавок различного состава и характера действия на уровень инсектицидной активности штаммов энтомопатогенных грибов

проводили с использованием в качестве тест-насекомого гусениц IV-V возраста большой пчелиной огневки *G. mellonella*. Определяли сравнительную биологическую активность образцов суспензий спор штаммов с различными добавками и титром спор 5×10^5 /мл, в качестве варианта сравнения определяли активность водной суспензии спор штаммов без добавок. Обработку гусениц осуществляли способом погружения в суспензию спор грибов с экспозицией 40-60 сек. Затем обработанных насекомых помещали в стерильные чашки Петри с фильтровальной бумагой. Повторность опытов – 4-кратная, 10 насекомых в повторности. Учеты гибели насекомых проводили на 7-е, 10-е, 14-е сутки и далее регулярно до вылета имаго. Биологическую активность экспериментальных образцов суспензий с добавками определяли по формуле:

$$\text{Б.А.} = ((M_0 - M_k) : (100 - M_k)) \times 100,$$

где Б.А. – биологическая активность, %; M_0 – количество мертвых особей в опыте, %; M_k – количество мертвых особей в контроле, %.

Статистический анализ проведен в пакетах статистического анализа MS Excel [12].

Результаты исследований. Проведена оценка влияния аддитивов на процессы прорастания спор энтомопатогенных грибов. Результаты опыта представлены в таблице 1. В результате сопоставления доли проросших спор в условиях воздействия различных добавок и в контрольном варианте отмечено, что активирующим прорастание действием обладали сульфат магния и сульфат железа в отношении штамма *B. bassiana* 10-06: доля проросших спор была больше на 19,0 и 13,7 % соответственно.

Таблица 1 – Влияние аддитивов на прорастание спор энтомопатогенных грибов

Вариант	Массовая доля аддитива, %	Доля проросших спор, %			
		<i>Beauveria bassiana</i> 10-06		<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	
		4-е сутки	7-е сутки	4-е сутки	7-е сутки
Контроль		63,8±5,74	71,5±6,44	38,0±3,42	40,3±3,63
Меласса	10	50,4±4,54	51,7±4,65	29,4±2,65	29,4±2,65
Диметилсульфоксид натрия	10	35,7±3,21	47,2±4,25	25,1±2,26	25,1±2,26
Магния сульфат	5	82,8±7,45	84,8±7,63	25,8±2,32	26,3±2,37
Железа сульфат	5	77,5±6,98	80,4±7,24	27,5±2,48	27,5±2,48
Дисодиум карбонат	5	41,1±3,70	41,5±3,74	4,6±0,41	9,4±0,85

Изучено влияние добавления мелассы (10 %) к водной суспензии спор энтомопатогенных грибов на их жизнеспособность в условиях интенсивного УФ-облучения. В результате определения доли жизнеспособных проросших спор установлено, что добавление мелассы к суспензии конидий *B. bassiana* 10-06 подавляло их прорастание как в условиях воздействия УФ-излучения, так и без него – доля проросших спор составила 9,2 и 51,7 %, тогда как в контрольных вариантах – 15,5 и 71,5 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние мелассы (10,0 %) на жизнеспособность спор энтомопатогенных грибов в условиях воздействия УФ-излучения (УФ)

Вариант	Доля проросших спор, %			
	<i>Beauveria bassiana</i> 10-06		<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	
	4-е сутки	7-е сутки	4-е сутки	7-е сутки
Контроль	63,8±5,74	71,5±6,44	38,0±3,42	40,3±3,63
Контроль + УФ	8,2±0,74	15,5±1,40	43,8±2,92	44,6±2,00
Меласса (10 %)	50,4±4,54	51,7±4,65	29,4±2,65	29,4±2,65
Меласса (10 %) + УФ	2,8±0,25	9,2±0,83	3,2±0,29	3,3±0,30

Для штамма *L. lecanii* BL-2 также было отмечено ингибирующее действие мелассы на прорастание спор.

Было проанализировано влияние 10 добавок различного действия (активирующего, защитного) на уровень инсектицидной активности штаммов энтомопатогенных грибов – штаммов-основ биологических препаратов. Анализ результатов определения биологической активности микроинсектицидных агентов при применении в различных формуляциях показал, что значительное повышение уровня энтомоцидной активности *B. bassiana* 10-06 и *L. lecanii* BL-2 отмечено при добавлении к суспензии конидий грибов подсолнечного и рапсового масла в концентрации 10,0 %, диметилсульфоксида (1,0 %), глутаминовой кислоты (0,1 и 1,0 %), сульфата магния (10,0 %). В случае с использованием подсолнечного масла отмечено увеличение итогового показателя биологической активности *L. lecanii* BL-2 на 26,8 %, *B. bassiana* 10-06 – на 21,0 %, при использовании диметилсульфоксида – на 25,5 и 19,4 %, 2-аминопентандиовой кислоты в концентрации 0,1 % – на 1,2 и 4,0 %, в концентрации 1,0 % – 14,0 и 4,0 %, магния сульфата – на 44,9 и 16,8 %, соответственно (таблица 3).

Снижение биологической активности на 8,4 % отмечено при добавлении в суспензию конидий *B. bassiana* 10-06 1,4-бутандиовой кислоты в концентрации 1,0 % и на 5,0 % при добавлении в концентрации 0,1 %, что может свидетельствовать о супрессивном влиянии данного компонента в отношении штамма *B. bassiana* 10-06 (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние аддитивов на биологическую активность (БА) энтомопатогенных грибов в отношении гусениц большой пчелиной огневки *Galleria mellonella*

Вариант	БА (%) на сутки после обработки		
	7-е	10-е	14-е
Подсолнечное масло			
Подсолнечное масло 10,0 %	-	3,3	3,3
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	5,1	5,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + подсолнечное масло 10,0 %	23,7	30,1	30,1
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	-	5,6	5,6
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + подсолнечное масло 10,0 %	24,3	24,3	24,3
Рапсовое масло			
Рапсовое масло 10,0 %	23,1	23,1	23,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	5,1	5,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + Рапсовое масло 10,0 %	13,3	39,3	39,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	-	5,6	5,6
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + Рапсовое масло 10,0 %	18,2	22,7	22,7
Диметилсульфоксид			
Диметилсульфоксид 1,0 %	-	-	-
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	5,1	5,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + диметилсульфоксид 1,0 %	-	30,6	30,6
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	-	5,6	5,6
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + диметилсульфоксид 1,0 %	-	25,0	25,0
2-аминопентандиовая кислота			
2-аминопентандиовая кислота 1,0 %	8,5	38,3	38,3
2-аминопентандиовая кислота 0,1 %	10,3	10,3	10,3
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	22,5	47,1	47,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 2-аминопентандиовая кислота 1%	20,0	61,1	61,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 2-аминопентандиовая кислота 0,1 %	9,5	48,3	48,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	11,0	49,2	49,2
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 2-аминопентандиовая кислота 1,0 %	6,4	53,2	53,2
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 2-аминопентандиовая кислота 0,1 %	-	62,1	62,1
1,4-бутандиовая кислота			
1,4-бутандиовая кислота 1,0 %	-	51,4	51,4
1,4-бутандиовая кислота 0,1 %	-	39,7	54,9
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	5,5	44,3	53,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 1,4-бутандиовая кислота 1,0 %	-	63,7	63,7
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 1,4-бутандиовая кислота 0,1 %	4,5	45,1	47,0
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	1,1	84,8	84,8
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 1,4-бутандиовая кислота 1,0 %	-	76,4	76,4
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 1,4-бутандиовая кислота 0,1 %	-	79,8	79,8

Вариант	БА (%) на сутки после обработки		
	7-е	10-е	14-е
Додецилсульфат натрия			
Додецилсульфат натрия 1,0 %	86,5	90,0	91,3
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	18,0	27,5
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + додецилсульфат натрия 1,0 %	80,0	81,1	85,4
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	7,5	24,2	24,4
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + додецилсульфат натрия 1,0 %	55,0	63,8	79,6
Железа сульфат			
Железа сульфат 10,0 %	-	8,7	13,0
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	15,6	59,6	59,6
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + железа сульфат 10,0 %	20,2	53,0	53,0
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	12,0	34,0	34,0
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + железа сульфат 10,0 %	12,8	57,3	57,3
Магния сульфат			
Магния сульфат 10,0 %	-	5,8	5,8
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	9,4	9,4
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + магния сульфат 10,0 %	5,5	54,3	54,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	1,1	32,3	32,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + магния сульфат 10,0 %	-	49,1	49,1

Оценивали протекторные свойства гумата калия в концентрации 20,0 % и оксида цинка в концентрации 10,0 % в отношении конидий энтомопатогенных грибов в условиях искусственного прямого воздействия УФ-облучения при экспозиции 20 мин. Повышения биологической активности, которое могло бы быть связано с экранирующим действием аддитивов, не выявлено (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние аддитивов на биологическую активность (БА) энтомопатогенных грибов в отношении гусениц большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* в условиях искусственного УФ-облучения (УФ)

Вариант	БА (%) на сутки после обработки		
	7-е	10-е	14-е
Гумат калия			
Гумат калия 20,0 %	-	40,9	55,5
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	47,4	47,4
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + УФ	11,1	11,1	32,1
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + гумат калия 20,0 %	-	9,7	49,3
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + гумат калия 20,0 % + УФ	-	-	38,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	42,7	55,9	80,1
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + УФ	33,1	70,9	83,4

Продолжение таблицы 4

Вариант	БА (%) на сутки после обработки		
	7-е	10-е	14-е
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + гумат калия 20,0 %	39,5	55,6	73,4
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + гумат калия 20,0 % + УФ	11,3	35,5	74,2
Оксид цинка			
Оксид цинка 10,0 %	20,0	30,6	63,6
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2	-	22,6	22,6
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + УФ	9,5	11,7	11,7
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + оксид цинка 10,0 %	-	5,9	5,9
<i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + оксид цинка 10,0 % + УФ	-	-	-
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06	45,9	59,3	59,3
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + УФ	28,7	72,6	72,6
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + оксид цинка 10,0 %	-	-	-
<i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + оксид цинка 10,0 % + УФ	14,4	35,5	35,5

Отмечено снижение показателя биологической активности в отношении тест-объекта при совместном использовании с гуматом калия (20,0 %) у *L. lecanii* BL-2 до 9,7 %, тогда как в контрольном варианте (рост в условиях без воздействия УФ-излучения и добавок) биологическая активность составила 47,7 % (таблица 4). Отмечено отрицательное воздействие оксида цинка (10,0 %) на биологическую активность как *L. lecanii* BL-2, так и *B. bassiana* 10-06 – показатели составили 5,9 и 0,0 %, тогда как в соответствующих контрольных вариантах – 22,6 и 59,3 %.

Заключение. Оценка влияния 5 аддитивов на процессы прорастания спор энтомопатогенных грибов показала, что активирующим прорастание действием обладали магния сульфат и железа сульфат в отношении штамма *B. bassiana* 10-06, которые увеличивали относительное количество проросших спор на 19,0 и 13,7 % соответственно.

Изучение влияния 10 добавок различного состава и механизма действия на уровень инсектицидной активности штаммов показало, что повышению биологической активности *B. bassiana* 10-06 и *L. lecanii* BL-2 способствовало добавление к суспензии конидий подсолнечного и рапсового масла в концентрации 10,0 %, диметилсульфоксида (1,0 %), 2-аминопентандиовой кислоты (1,0 %), магния сульфата (10,0 %). Это выражалось в повышении показателей биологической активности *L. lecanii* BL-2 на 14,0–26,8 %, *B. bassiana* 10-06 – на 4,0–44,9 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют отнести к числу перспективных для использования в качестве аддитивов, способствующих повышению целевой активности микоинсектицидных препаратов, следующие вещества: магния сульфат, железа сульфат, подсолнечное масло, рапсовое масло, диметилсульфоксид, 2-аминопентандиовую кислоту.

Список литературы

1. Баутин, В. М. Актуальность разработки точных агротехнологий на современном этапе / В. М. Баутин // Известия ТСХА. – 2009. – Вып. 2. – С. 32–38.
2. Штерншис, М. В. Проблемы оптимизации энтомопатогенных биопрепаратов для защиты растений / М. В. Штерншис, И. В. Андреева, В. П. Цветкова // Вестник НГАУ. – 2011. – № 1. – С. 7–13.
3. Damage and recovery from UV-B exposure in conidia of the entomopathogens *Verticillium lecanii* and *Aphanocladium album* / G. U. Braga, D. E. N. Rangel, C. Miller, S. D. Flint // Mycologia. – 2002. – Vol. 94, iss. 6. – P. 912–920.
4. Oils for increased efficacy of *Metarhizium anisopliae* to control whiteflies / O. Malsam, M. Kilian, E.-C. Oerke, H.-W. Dehne // Biocontrol Sci. Technol. – 2002. – Vol. 12, iss. 3. – P. 337–348.
5. Protection of *Metarhizium anisopliae* conidia from ultra-violet radiation and their pathogenicity to *Rhipicephalus evertsi evertsi* ticks / M. Hedimbi, G. P. Kaaya, S. Singh, P. Chimwamurombe // Experimental & applied acarology. – 2008. – Vol. 46. – P. 149–156.
6. Wraight, S. P. Production, stabilization and formulation of fungal biological agents / S. P. Wraight, M. A. Jackson, S. L. de Kock // Fungi as Biocontrol Agents / eds.: T. M. Butt [et al.]. – Wallingford, 2001. – P. 253–287.
7. Kim, J. S. Synergistic effect of inorganic salts to improve the biological activity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawa* against *Plutella xylostella* / J. S. Kim // 9th Intern. Colloq. Invertebr. Pathol. Microb. I Contr. – Wuhan, China, 2006. – P. 164.
8. Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation / D. Kaiser, S. Bacher, L. Mene-Saffrane, G. Grabenweger // Pest. Manag. Sci. – 2018. – Vol. 75, iss. 2. – P. 556–563.
9. Neem oil increases the persistence of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae / A. R. Paula, A. Ribeiro, F. J. A. Lemos [et al.] // Parasites Vectors. – 2019. – Vol. 12. – P. 163–171.
10. A new formulation of *Bacillus thuringiensis*: UV protection and sustained release mosquito larvae studies / L. Zhang, X. Zhang, S. Wu [et al.] // Scientific Reports. – 2016. – DOI: 10.1038/srep39425.
11. Аникиев, В. В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии : учеб. пособие для биол. спец. пед. ин-тов / В. В. Аникиев, К. А. Лукомская. – М. : Просвещение, 1977. – 128 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A. N. Yankouskaya, D. V. Voitka, M. V. Fedarovich, A. A. Shein
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

THE EFFECT OF TARGET COMPONENTS ON THE VIABILITY AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF STRAINS OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI

Annotation. The effect of technological additives introduced at the post-fermentation stage on entomopathogenic fungi, the basis of biological preparations, has been studied in vitro. It was found that the addition of magnesium sulfate, iron sulfate, sunflower oil, rapeseed oil, dimethylsulfoxide, and 2-aminopentanedioic acid contributes to the increased viability and biological activity of the strains.

Key words: entomopathogenic fungi, biological preparations, technological additives, activators, protectants, biological activity, entomocidal activity.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 633.358:632.95:631.559

С. А. Арашкович

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ГОРОХА ОВОЩНОГО

Дата поступления статьи в редакцию: 19.08.2025

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д. В.

Аннотация. В статье представлены данные о влиянии химических и биологических средств защиты растений на питательную ценность и урожайность гороха овощного. Установлено, что в интенсивной системе защиты сохраненная урожайность составила 7,9 ц/га (16,9 %), в экологизированной – 11,6 % (5,4 ц/га) по сравнению с контролем без применения средств защиты растений (46,7 ц/га). В результате биохимического анализа выявлено, что максимальное содержание сухого вещества (30,16 %) и сахаров (5,43 %) отмечено в варианте с интенсивной системой защиты. Содержание сырого протеина варьировало от 25,61 (контроль) до 28,72 % (экологизированная система), сырого жира было выше в экологизированной системе защиты на 5–13 %. Количество сырой клетчатки и золы по вариантам опыта отличалось несущественно.

Ключевые слова: горох овощной, интенсивная и экологизированная системы защиты, биохимический состав, пестицидная нагрузка.

Введение. Горох овощной (*Pisum sativum* L.) представляет собой высокоценную зернобобовую культуру, играющую существенную роль в глобальном продовольственном обеспечении. В качестве источника высококачественного растительного белка (содержание которого достигает 20–25 % от сухой массы семян), он обеспечивает население незаменимыми аминокислотами, такими как лизин и аргинин, что особенно важно для вегетарианского и веганского питания [1]. Кроме того, горох является богатым источником витаминов (включая аскорбиновую кислоту – до 40 мг/100 г, тиамин и рибофлавин) и микроэлементов (железо, цинк, марганец), способствуя профилактике дефицитных состояний, таких как анемия и иммунодефицит [2]. Его питательная

ценность дополняется высоким содержанием пищевых волокон (до 8–10 г/100 г), антиоксидантов (флавоноиды и полифенолы) и низким гликемическим индексом, что делает его незаменимым компонентом сбалансированного питания [3].

Следует отметить, что о питательной ценности отдельных сортов зернобобовых судят не столько по общему содержанию питательных веществ, сколько по содержанию в них легкоусвояемых форм. Чем выше содержание легкоусвояемых форм основных питательных веществ в продукции, тем они эффективнее.

Кроме того, растения способны синтезировать вещества, оказывающее негативное воздействие на организм при использовании их в пищу или на корм скоту. К ним относятся ингибиторы протеаз, лектины, цианогенные гликозиды, антивитамины, токсичные аминокислоты и др.

У гороха содержание ингибиторов протеаз значительно ниже по сравнению с другими зернобобовыми культурами, однако оно растет с увеличением содержания белка в зерне. Это означает, что с увеличением содержания белка возможно снижение степени его усвояемости [4].

Углеводы гороха представлены в основном крахмалом и сахарами, из других углеводов имеются гемицеллюлоза, клетчатка, пектиновые вещества, пентозы. Количественное содержание углеводов определяет вкусовые качества зеленого горошка, поэтому имеет особенно важное значение для сортов овощного использования.

Получение более высоких и стабильных урожаев при возделывании гороха овощного базируется на создании исходного материала для селекции конкурентоспособных сортов и последующем их внедрении, подборе технологии питания и совершенствовании системы защиты культуры от комплекса вредных объектов [5-7].

Современные защитные препараты широко применяются в агротехнике, но их воздействие на качественные показатели гороха, такие как питательная ценность, вкусовые свойства и безопасность для потребителя, требует детального изучения. Повышение качества продукции при сохранении экологической безопасности является ключевой задачей для устойчивого развития овощеводства, что обуславливает актуальность исследования влияния защитных средств различной природы на потребительские качества и урожайность гороха овощного.

Цель работы – определить влияние химических и биологических средств защиты растений на качество, урожайность зеленого горошка и рассчитать пестицидную нагрузку на агроэкосистему.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2021–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район, Минская обл. Предшественник – пшеница яровая. Обработка почвы: зяблевая вспашка, весной – культивация и прикатывание почвы перед посевом. Ми-

неральное питание: N_{35} – весной в предпосевную культивацию, $P_{30}K_{60}$ – осенью под вспашку. Норма высева – 250 кг/га, способ сева – сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см, сроки сева – 28.04.2021 г. и 28.04.2022 г., уборка – 13.07.2021 г. и 19.07.2022 г. Учет урожая осуществляли поделочно.

Схема опыта включала вариант интенсивной системы защиты с применением химических средств защиты в разные стадии развития культуры против основных агрономически вредных объектов, а также экологизированной системы защиты с применением гербицидов и биологических препаратов, разработанной с целью снижения пестицидной нагрузки и усиления детоксикации действующих веществ пестицидов в почве и растениях гороха овощного:

I. Контроль – без применения средств защиты растений;

II. Интенсивная система защиты:

- предпосевная обработка семян – Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л) в норме расхода 1,5 л/т;

- против однолетних двудольных и злаковых сорняков использовали препарат Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) в норме 1,5 л/га + ПАВ ДАШ (1,0 л/га) в фазе 2-3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев); против однолетних и многолетних злаковых – гербицид Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л) в норме расхода 0,8 л/га, в фазе 2-4 листьев однолетних злаковых сорняков и высоте пырея ползучего 10-15 см;

- защита от клубеньковых долгоносиков с использованием препарата Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л) в норме расхода 0,5 л/га, от тли – Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) в норме расхода 0,1 кг/га;

- фунгицидная защита включала применение препарата Винтаж, МЭ (дифеноконазол, 65 г/л + флутриафол, 25 г/л) при появлении первых признаков болезни аскохитоза в норме расхода 1,0 л/га.

III. Экологизированная система защиты:

- предпосевная обработка семян биологическим препаратом Фунгилекс, Ж, (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор/мл (*Trichoderma* sp. D-11)) в норме расхода 2,5 л/т;

- внесение в почву перед посевом инокулянта микробиологического «Ресойлер», Ж (*Trichoderma* sp. L-3, КОЕ не менее 5,4 млрд/мл; *Trichoderma* sp. L-6, КОЕ не менее 5,9 млрд/мл; содержание биомассы – не менее 20 г/л) в норме расхода 10,0 л/га;

- гербицидные обработки против однолетних двудольных и злаковых сорняков включали использование препарата Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) в норме расхода 1,5 л/га + ПАВ ДАШ (1,0 л/га) в фазе 2-3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев); против однолетних и многолетних

злаковых – Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л) в норме расхода 0,8 л/га в фазе 2-4 листьев однолетних злаковых сорняков и высоте пырея ползучего 10-15 см;

- фунгицидная защита включала обработку препаратом Фунгилекс, Ж, (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор /мл (*Trichoderma* sp. D-11)) в норме расхода 6,0 л/га.

Пестицидная нагрузка рассчитывалась на 1 га (т) физического веса действующих веществ пестицидов, выраженных в граммах.

Лабораторные исследования по качеству зеленого горошка проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Результаты и их обсуждение.

Анализ результатов исследований показал, что применение интенсивной системы защиты обеспечило максимальное сохранение урожайности – в среднем 7,9 % по сравнению с контролем (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность гороха овощного в зависимости от систем защиты (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», сорт Арфей, 2021–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Сохраненная урожайность	
	2021 г.	2022 г.	среднее	ц/га	%
Контроль	47,4	46,0	46,7	–	–
Интенсивная система защиты	54,0	55,2	54,6	7,9	16,9
Экологизированная система защиты	53,7	50,4	52,1	5,4	11,6
НСР ₀₅	1,09	1,83	1,46		

Экологизированная система защиты также способствовала сохранению урожайности – 5,4 %. Урожайность в варианте без применения средств защиты в среднем за 2 года составила 46,7 ц/га, что в 1,1–1,2 раза меньше, чем в опытных вариантах.

Статистическая оценка различий проведена с использованием критерия наименьшей значимой разницы (НСР₀₅), значение которой составило 1,46, что указывает на достоверность выявленных различий между вариантами.

Анализ показателей качества зеленого горошка показал, что наибольшим содержанием сухого вещества в зеленом горошке характеризовался вариант с интенсивной системой защиты (в среднем за годы исследований 30,16 %), в вариантах без обработки растений и с экологизированной системой защиты содержание сухого вещества было практически на одном уровне: 29,90 и 29,17 % соответственно (таблица 2).

Содержание сырого протеина в среднем по вариантам колебалось от 25,61 % до 28,72 %. По содержанию сырого жира образцы варианта с экологизированной системой защиты содержали на 5,08 % больше, чем показатели варианта с интенсивной системой защиты и на 12,72 %

выше данных в контроле. Минимальное содержание сырой клетчатки выявлено в контрольном варианте – 11,49 %, в то же время в вариантах с применением различных средств защиты растений установлена незначительная разница данного показателя. Содержание золы изменялось по вариантам от 3,84 до 5,12 % в разные годы.

Таблица 2 – Биохимический состав зеленого горошка (лабораторный анализ, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», сорт Арфей, 2021–2022 гг.)

Вариант	Абсолютно сухое вещество, %					Содержание сахаров, %
	абсолютно сухое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырая зола	
2021 г.						
Контроль	32,60	27,60	2,26	10,50	3,88	5,10
Интенсивная система защиты	31,50	27,94	2,36	11,14	3,84	5,03
Экологизированная система защиты	29,80	29,26	2,83	11,13	4,20	5,12
2022 г.						
Контроль	27,20	23,61	3,24	12,47	4,36	4,62
Интенсивная система защиты	28,81	27,64	3,54	12,74	4,54	5,84
Экологизированная система защиты	28,54	28,18	3,37	12,55	5,12	5,61
Среднее						
Контроль	29,90	25,61	2,75	11,49	4,12	4,86
Интенсивная система защиты	30,16	27,79	2,95	11,94	4,19	5,43
Экологизированная система защиты	29,17	28,72	3,10	11,84	4,66	5,36

Одним из ключевых параметров качества зеленого горошка, определяющих его питательную ценность и органолептические свойства, является содержание сахаров. Содержание сахаров в анализируемых образцах варьировало от 4,62 % (в 2022 г.) в контрольном варианте до 5,84 % (в 2022 г.) в образцах с интенсивной системой защиты гороха овощного. Средний показатель в варианте интенсивной системы защиты оказался максимальным и составил 5,43 %. Эти результаты позволяют сделать вывод, что использование как химически синтезированных препаратов, так и их комбинаций с биологическими не приводит к снижению уровня накопления сахаров в зеленом горошке, а в некоторых случаях даже оказывают стимулирующее действие.

Так как количество наименований химических средств защиты растений, в том числе с различными комбинациями действующих веществ (ДВ), регистрируемых и включаемых в базовые технологии при

возделывании гороха овощного, постоянно увеличивается, а, соответственно, и их применение, в связи с этим была рассчитана пестицидная нагрузка в интенсивной и экологизированной системах защиты гороха овощного.

Выполненные расчеты показали, что при интенсивной системе защиты на гектар вносится 1231,1 г действующего вещества пестицидов, что на 44,2 % превышает нагрузку в варианте с экологизированной системой защиты (таблица 3).

Таблица 3 – Пестицидная нагрузка действующих веществ пестицидов, использованных при различных системах защиты гороха овощного

Препарат, норма расхода по препарату, кратность обработки	Содержание ДВ в препарате, г/л, г/кг	Интенсивная система защиты, норма расхода по ДВ, (г/га, г/т)	Экологизированная система защиты, норма расхода по ДВ, (г/га, г/т)
Максим XL, СК – 1,5 л/т, 1-кратно	флудиоксонил, 25	37,5	–
	мефеноксам, 10	15,0	–
Пиринекс Супер, КЭ – 0,5 л/га, 1-кратно	хлорпирифос, 400	200,0	–
	бифентрин, 20	10,0	–
Актара, ВДГ – 0,1 кг/га, 1-кратно	тиаметоксам, 250	25,0	–
Винтаж, МЭ – 1,0 л/га, 1-кратно	дифенокназол, 65	65,0	–
	флутриафол, 25	25,0	–
Миура, КЭ – 0,8 л/га, 1-кратно	хизалопф-п-этил, 125	100,0	100,0
Корум, ВРК+ПАВ ДАШ 1,5 л/га, 1-кратно	бентазон, 480	720,0	720,0
	имазамокс, 22,4	33,6	33,6
Пестицидная нагрузка, г/га		1231,1	853,6

Примечание: «–» – не применялся.

Из данных таблицы 3 видно, что самый весомый вклад в суммарную нагрузку вносят гербициды – 69,3 %, второй группой из применяемых средств защиты по пестицидной нагрузке следуют инсектициды – 19,1 %, далее фунгициды – 7,3 % и препараты для предпосевной обработки семян – 4,3 % от общей физической массы действующих веществ.

Выводы. Полученные результаты показывают, что интенсивная и экологизированная система защиты растений гороха овощного оказывают положительное влияние на урожайность и потребительские качества продукции. При интенсивной системе защиты культуры урожайность достигала 54,6 ц/га, при экологизированной 52,1 ц/га. Это дает основание рекомендовать экологизированную систему защиты гороха овощного в качестве альтернативы с целью снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду и на культуру.

Интеграция экологизированной системы защиты в технологию возделывания гороха овощного позволяет сохранить урожайность и

качество продукции, а также снизить пестицидную нагрузку на почву и растения на 44,2 %, что имеет важное значение с экологической точки зрения для агропромышленного комплекса и пищевой промышленности Республики Беларусь.

Список литературы

1. Composition analysis of some selected legumes for protein isolates recovery / M. N. Qayyum, M. S. Butt, F. Muh Anjum, H. Nawaz // *The J. of Animal & Plant Sciences*. – 2012. – Vol. 22, № 4. – P. 1156–1162.
2. Nutritional composition and health benefits of peas – a bibliometric research / M. Akin, S. P. Eydurán, J. Milešević [et al.] // *Sec. Nutrition Food Science Technology*. – 2025. – Vol. 12. – Doi.org/10.3389/fnut.2025.1550142.
3. Health benefits of fiber fermentation / W. J. Dahl, N. C. Agro, A. M. Eliasson [et al.] // *J. of the American College of Nutrition*. – 2017. – № 36, iss. 2. – P. 127–136.
4. Atrazine interaction with Clay Minerals: Kinetics and Equilibria of Sorption / G. F. R. Gilchrist, D. S. Gamble, H. Kodama, Shohamat U. Khan // *J. Agric. Food Chem.* – 1993. – Vol. 41, iss. 10. – P. 1748–1755.
5. Лысов, А. К. Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду / А. К. Лысов // *АгроЭкоИнженерия*. – 2023. – № 3 (116). – С. 34–51.
6. Давлетов, Ф. А. Селекция и технология производства гороха в Башкортостане / Ф. А. Давлетов ; Рос. акад. наук, Федер. агенство науч. орг., Башк. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Уфа : Мир печати, 2015. – 164 с.
7. Рутковская, Л. С. Система защитных мероприятий на семенных посевах овощного гороха / Л. С. Рутковская, В. М. Кухарчик // *Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф., (г. Гродно, 25 марта, 7 апреля, 3 июня 2016 г.) : Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. В. В. Пешко. – Гродно, 2016. – С. 211–212.*

S. A. Arashkovich

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

EFFECT OF PLANT PROTECTION PRODUCTS ON THE YIELD AND USEFUL QUALITIES OF GREEN PEA

Annotation. The paper presents the data on the impact of chemical and biological protection products on the nutritional value and yield of green pea. It was established that in the intensive system of protection the saved yield was 7,9 c/ha (16,9%), in the green one – 11,6 % (5,4 c/ha) in comparison with the option without applied protection products (46,7 c/ha). Due to the conducted biochemical analysis it was identified that the maximum content of dry matter (30,16 %) and sugar (5,43%) was observed in the option with the intensive protection system. The content of crude protein varied from 25,61 (control) to 28,72 % (green system) and crude fat was 5–13 % higher in the green protection system. The amount of crude fiber and ash differed insignificantly between the options under experiment.

Key words: green pea, intensive and green protection system, biochemical composition, pesticide load.

П. М. Кислушко, С. А. Арашкович

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФЛОНИКАМИДА В ЯБЛОКАХ, ПОЧВЕ И ВОДЕ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.05.2025

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д. В.

Аннотация. Разработана методика определения микроколичеств флоникиамида в яблоках, почве и воде. Способ основан на экстракции флоникиамида из воды, почвы и яблок органическими растворителями, очистке экстрактов на колонке с силикагелем с последующим определением методом газожидкостной хроматографии. Предел обнаружения (мг/кг): вода – 0,001; почва, яблоки – 0,05.

Ключевые слова: флоникиамид, методика определения, яблоки, почва, вода, газожидкостная хроматография, остаточные количества.

Введение. Флоникиамид входит в качестве действующего вещества в состав инсектицидных препаратов Флока Экстра, ВДГ (ф. Шандонг Вейфанг Рейнбоу Кемикал, Ко, ЛТД., Китай) и Флоники, ВДГ (ф. Глобахем Н.В., Бельгия).

Существующие методы определения остаточных количеств флоникиамида в воде, почве, растительном материале, а также в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, в смывах с кожных покровов операторов основаны на использовании метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ–детектором [1-3]. Несмотря на хорошие метрологические характеристики (чувствительность, полнота извлечения, воспроизводимость), для повышения надежности идентификации флоникиамида в анализируемых образцах желательно сочетать методы определения, основанные на разных физических принципах.

С этой целью нами разработана методика определения флоникиамида в воде, почве и яблоках с помощью газожидкостной хроматографии.

Результаты исследований. При разработке способов пробоподготовки (экстракция, очистка экстрактов) для определения микроколичеств флоникиамида в яблоках, почве и воде учитывали физико-химические характеристики анализируемого вещества. Наличие в молекуле флоникиамида трех атомов фтора позволило использовать для определения ДЭЗ или ДПР, которые чувствительны к органическим веществам, содержащим галогены.

Для экстракции флониамида использовали органические растворители различной полярности: для воды – этилацетат, для почвы – смесь ацетона и н-гексана, для яблок – смесь этилацетата и н-гексана.

Для очистки экстрактов использовали хроматографические колонки, заполненные силикагелем.

Разработанные методические указания устанавливают способ идентификации и выполнения измерений массовой концентрации флониамида в яблоках, воде и почве с применением метода газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с детектором электронного захвата (ДЭЗ) и детектор постоянной скорости рекомбинации (ДПР).

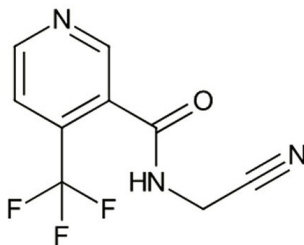
Методические указания носят рекомендательный характер.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Флониамид

Название действующего вещества по ИЮПАК: N-cyanomethyl-4-(trifluoromethyl)nicotinamide.

Структурная формула:



Эмпирическая формула: $C_9H_6F_3N_3O$.

Молекулярная масса: 229.16.

Чистый препарат – белый порошок, который по мере снижения чистоты темнеет до бежевого цвета.

Температура плавления: 157,5.

Давление паров при 20 °C: 2,55 МПа.

Логарифм коэффициента распределения в системе н-октанол–вода при pH 7, 20 °C: $\text{LogP}_{ow} = 0,1$.

Константа диссоциации (pKa) при 25 °C: 11,6.

Растворимость в растворителях при 20 °C (мг/л): вода – 5300, дихлорметан – 4500, ацетон – 163500, этилацетат – 34200.

Краткая токсикологическая характеристика. Острая пероральная токсичность (LD50) для крыс составляет 884 мг/кг; острая дермальная токсичность (LD50) для крыс составляет 2000 мг/кг.

Область применения препарата. Флониамид – инсектицид, используемый для борьбы с тлями, трипсами и белокрылкой в различных условиях, в том числе в теплицах [4].

Гигиенические нормативы для флониамида: в Республике Беларусь в соответствии с ГН № 37 от 25.01.2021 г. максимально допустимый уровень (МДУ) не установлен; в Российской Федерации в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 28 января 2021 года № 2 в почве предельно-допустимая концентрация (ПДК) составляет 0,4 мг/кг (ориентировочная), в воде – 0,15 мг/кг, в плодовых семечковых МДУ – 0,2 мг/кг [5, 6].

2. ПРИНЦИП МЕТОДА

Метод основан на экстракции флониамида из воды, почвы и яблок органическими растворителями, очистке экстрактов на колонке с силикагелем с последующим определением с помощью газожидкостной хроматографии.

Избирательность метода обеспечивается сочетанием условий подготовки проб и хроматографирования. В предлагаемых условиях метод специфичен.

3. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА

Метрологические характеристики метода приведены в таблице 1 и определяются валидационными характеристиками.

Таблица 1. – Метрологические характеристики метода определения содержания флониамида в воде, почве и яблоках

Анализируемый объект	Метрологические параметры, $P = 0,95; n = 6$					
	предел количественного определения, мг/кг	диапазон определяемых концентраций, мг/кг	среднее значение определения, %	стандартное отклонение (S), %	относительное стандартное отклонение, (DS), %	доверительный интервал среднего %
Вода	0,001	0,001-0,10	85,5	4,20	0,050	85,5 ± 5,84
Почва	0,05	0,05-0,50	72,2	4,03	0,056	72,2 ± 5,60
Яблоки	0,05	0,05-0,50	79,7	1,71	0,021	79,7 ± 2,37

4. РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

Флониамид с содержанием действующего вещества 98,2 %.

Ацетон, ч.д.а., ГОСТ 2603–79.

Вода дистиллированная, ГОСТ 6709–72.

н-Гексан, х.ч., ТУ 20.14.11.110-05578119972–2021.

Натрий хлористый, х.ч., ГОСТ 4233–77.

Натрий серноокислый безводный, ч.д.а. ГОСТ–4166–76.

Этиловый эфир уксусной кислоты (этилацетат), х.ч., ГОСТ 22300–76.

Силикагель, Merck Silica gel 60 for column chromatography.

Стекловата (стекловолокно), ГОСТ 34338–2017.

Фильтры бумажные, синяя лента, ТУ 2642-001-68085491-2011.

Неподвижные фазы: OV-1 (3 %), хроматон N-супер (0,100-0,125 мм),

Карбовакс 20 М (15 %) на хроматоне N-супер.

5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Хроматограф газовый, Цвет-800 с детектором постоянной скорости рекомбинации (ДПР).

Хроматограф газовый, Кристалл 5000.1 с детектором электронного захвата (ДЭЗ).

Колонка хроматографическая капиллярная Rtx-50, 30 м.

Колонка хроматографическая стеклянная 1,5 м*2 мм.

Микрошприц емкостью 10 мкл МШ-10 Ф, ТУ 64-1-2850.

Шприц медицинский одноразовый 5 см³.

Пипетки мерные 0,1–5,0 см³, ГОСТ 29227–91.

Весы аналитические MB 210–А, Сартогосм.

Весы лабораторные ВЛК–500 г. – М, ГОСТ 24104–2001.

Воронки для фильтрования стеклянные, ГОСТ 25336–82.

Колбы грушевидные 50 см³, ГОСТ 25336–82.

Пробирки 25 см³, ГОСТ 1770-74.

Колбы конические с притертыми пробками 250 см³, ГОСТ 25336-82.

Колбы мерные 100, 250, 1000 см³, ГОСТ 1770-74.

Пробирки градуированные с притертыми пробками 5 см³, ГОСТ 1770–74.

Встряхиватель механический, ТУ 64-1-1081-73.

Вакуумный насос EDWARDS E2M 1,5.

Роторный испаритель IKA RV 10.

Баня водяная IKA HB 10 basic.

Мельница лабораторная электрическая.

Система подготовки воды Direct-Q 3 UV System (Millipore).

Могут быть использованы другие устройства с техническими характеристиками не хуже указанных.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При работе с реактивами и приборами должны соблюдаться требования безопасности, установленные в технических нормативных правовых актах.

7. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА

К выполнению измерений могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, обладающие необходимой подготовкой, изучившие требования безопасности и настоящую методику.

8. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Выполнение измерений по методике осуществляется при температуре воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, влажности воздуха не более 80 % и атмосферном давлении 84–106,7 кПа (630–800 мм ртутного столба).

9. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

Кондиционирование колонки

Неподвижные фазы, нанесенные на Хроматон N-супер, засыпают в стеклянные колонки длиной 1500 мм и уплотняют под вакуумом. Все колонки (кроме Карбовакс 20 М) кондиционируют при температуре 280°C в течение 16–20 часов. Колонку, заполненную Карбовакс 20 М, кондиционируют 16–20 часов при температуре 225°C .

Подготовка колонки с силикагелем для очистки экстрактов

В стеклянную колонку или медицинский шприц вместимостью 5 см^3 , с помещенным на дно ватным тампоном, предварительно закрыв сливной конец наливают 15 см^3 смесь н-гексана и этилацетата (2:1) по объему и медленно всыпают 2 г силикагеля для колоночной хроматографии, так, чтобы растворитель вытеснил воздух из пор силикагеля. Дают растворителю стечь. Колонка готова к использованию.

Сухие остатки экстрактов из образцов почвы и яблок переносят на поверхность хроматографической колонки 5 мл смеси н-гексана и этилацетата (2:1) по объему, элюат отбрасывают. Затем через колонку пропускают 25 мл ацетона, элюат упаривают до 5–10 мл и хроматографируют.

Приготовление стандартных растворов

Основной стандартный раствор флониамида с содержанием 40 мкг см^3 готовят растворением 0,01018 г эталонного вещества, с чистотой 98,2 % д.в., в ацетоне в мерной колбе на 250 см^3 . Растворы хранят в холодильнике при температуре $+4^\circ\text{C}$ в течение 6 месяцев.

Градуировочные растворы

Градуировочные растворы с концентрациями 0,50; 1,00; 2,00 и $4,00\text{ мкг/см}^3$ готовят из стандартного раствора соответствующим последовательным разбавлением ацетоном. Рабочие растворы хранят в холодильнике при температуре $+4^\circ\text{C}$ в течение недели.

Построение калибровочных графиков

Для построения калибровочного графика 2 мкл стандартных растворов, содержащих соответственно 0,50; 1,00; 2,0 и $4,0\text{ мкг/см}^3$ флониамида вводят в испаритель хроматографа.

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади хроматографического пика от массовой концентрации вещества в каждом градуировочном растворе устанавливают по двум сериям. Каждый градуировочный раствор хроматографируют не менее двух раз.

Градуировочный график представляет собой линейную зависимость площади пика от массовой концентрации в линейном диапазоне детектирования и имеет вид:

$$Y = b_1 \times x + b_0$$

Градуировку проводят не реже, чем 1 раз в квартал, а также после ремонта оборудования, при смене колонки, реактивов и иных вспомогательных материалов.

10. ОТБОР ПРОБ

Для анализа воды отбирают ее не менее двух литров в соответствии с требованиями СТБ ГОСТ Р 51592–2001 «Вода. Общие требования к отбору проб»; «Инструкции по отбору проб для анализа сточных и поверхностных вод», утвержденной Первым заместителем председателя Государственного комитета Республики Беларусь по экологии 16 февраля 1994 г. Пробы воды хранят при температуре не выше +4 °С в течение 3-х суток, при температуре –18 °С в течение двух недель. Перед анализом пробы фильтруют через неплотный бумажный фильтр.

Для анализа почвы отбирают ее не менее 1 кг в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Образцы почвы подсушивают на воздухе в темноте, помещают в герметичную полиэтиленовую тару и хранят в холодильнике при температуре от +4 °С до +6 °С не более двух недель. Для длительного хранения образцы почвы замораживают и хранят при –18 °С. Перед анализом пробы почвы просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм.

Для анализа яблок отбирают их не менее 1 кг в соответствии с требованиями ГОСТ 34668–2020 «Продукция пищевая. Методы отбора и пробоподготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности». Пробы хранят в стеклянной посуде в холодильнике при температуре не выше +4 °С не более двух дней, при длительном хранении пробы замораживают и хранят в морозильной камере при температуре –18 °С.

11. ПРОВЕДЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Вода

К 50 мл воды в делительной воронке добавляют 10 г хлорида натрия, перемешивают до растворения соли. Экстрагируют этилацетатом

(3 раза по 30 мл, встряхивая каждый раз по 1 мин). Объединенные экстракты фильтруют через двойной бумажный фильтр «синяя лента», в который добавляют 5 г безводного сернокислого натрия и упаривают досуха. Сухие остатки растворяют в 5 см³ ацетона и 2–4 мкл вводят в испаритель хроматографа.

Почва

Навеску почвы 10 г встряхивают дважды по 30 мин с 50 мл смеси ацетона и н-гексана (1:1) в конических колбах на 250 мл. Фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента», в который помещают 5 г безводного сернокислого натрия. Экстракты упаривают досуха на ротационном испарителе при температуре 40 °С.

Яблоки

10 г измельченной пробы экстрагируют дважды по 50 мл смесью н-гексана и этилацетата (1:1 по объему) в конических колбах на 250 мл по 30 мин, фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента», в который помещают 5 г безводного сернокислого натрия. Объединенные экстракты упаривают досуха на ротационном испарителе при температуре 40 °С.

12. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Условия хроматографирования

Режимы хроматографического определения флониамида приведены в таблице 2. Идентификацию пиков проводят по времени удерживания, которое устанавливают при хроматографировании градуировочных растворов. Каждый раствор хроматографируют не менее двух раз. Предварительно хроматографируют контрольную пробу.

Таблица 2 – Условия ГЖХ-хроматографического определения флониамида

Режимы ГЖХ-анализа				Время удерживания, мин
Хроматограф, длина и тип колонки	Температура, °С			
	колонка	испаритель	детектор	
«Цвет-800», 1,5 м (Карбовакс 20 М) ДПР	170	220	240	2,0
«Цвет-800», 1,5 м (OV-1) ДПР	210	230	250	4,3
Кристалл 5000.1, 30 м, (капиллярная, Rtx-50), ДЭЗ	220	240	270	3,2

13. ОБРАБОТКА И ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Содержание действующего вещества в анализируемой пробе (X, мг/кг) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{C_{ст} \times S_{пр} \times V_k}{S_{ст} \times V_{хр} \times M},$$

где X – содержание препарата в пробе, мг/кг (л); $C_{ст}$ – содержание препарата в стандартном растворе, нг; $S_{ст}$ – площадь пика стандартного раствора, мм²; $S_{пр}$ – площадь пика пробы, мм²; V_k – объем конечного раствора, в котором растворена проба, мл; $V_{хр}$ – объем экстракта пробы, введенный в испаритель, мкл; M – навеска пробы, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2)}{2},$$

где X_1 и X_2 – значения первого и второго параллельного измерений.

Находят показатель точности P для среднего двух параллельных измерений по формуле:

$$P = 100 \times \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{\bar{X} \times \sqrt{n}},$$

где n – количество параллельных измерений равно 2.

Показатель точности менее 3 % считается хорошим, от 3 % до 5 % удовлетворительным, а значение показателя более 5 % означает, что результаты статистического исследования недостаточно достоверны. В таком случае выясняют причины превышения показателя P уравнения, устраняют их и снова выполняют анализ.

Для учета потерь при воспроизведении методики следует проводить параллельное испытание с внесением добавки и контрольного образца всякий раз.

Метрологические характеристики метода действительны в диапазоне концентраций, приведенных в таблице 1 и в условиях конкретной лаборатории. В условиях иных лабораторий, при наличии иного оборудования и в ином диапазоне измеряемых концентраций, метод должен быть верифицирован либо валидирован должным образом.

Заключение. Разработанная методика позволяет определять остаточные количества флонирамида в воде, почве и яблоках с использованием газожидкостной хроматографии, при этом возможно использование как насадочных, так и капиллярных колонок и детекторов электронного захвата или постоянной скорости рекомбинации. Способ достаточно чувствителен, селективность определения достигается сочетанием условий пробоподготовки и подбором режимов газохроматографического процесса.

Список литературы

1. Измерение концентраций флоницида в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания : МУК 4.1.3347-16: изд. офиц. : утв. 03.03.2016 : введ. впервые / Фед. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ; разработ.: Т. В. Юдина, Н. Е. Федорова, В. Н. Волкова. – М. : Роспотребнадзор, 2016. – 16 с.
2. Определение остаточных количеств флоницида в воде, почве, яблоках и яблочном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии : 4.1. Методы контроля. Химические факторы : методические указания : МУК 4.1.3135-13 : изд. офиц. / Фед. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ; разработ. В. И. Долженко [и др.]. – М. : Роспотребнадзор, 2014. – 15 с.
3. Особенности пробоподготовки при определении остаточных количеств пестицидов в почвах с различным содержанием органического вещества методом газожидкостной хроматографии / П. М. Кислушко, Е. А. Мышкевич, С. А. Арашкович, М. П. Лосева // Защита растений: сб. научн. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – Вып. 48. – С. 280–286.
4. Об утверждении гигиенических нормативов: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> (дата обращения: 13.09.2025).
5. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : постановление Главного гос. санитарного врача РФ об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 от 28 янв. 2021 г. № 2 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 13.09.2025).
6. PPDB: Pesticide Properties DataBase: [website]. – URL: https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz_insect.htm (date of access: 15.09.2025).

P. M. Kislushko, S. A. Arashkovich

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

METHODOLOGY FOR DETERMINING RESIDUES OF FLONICAMID IN APPLES, SOIL, AND WATER BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Annotation. The methodology for microdetermination of flonicamid in apples, soil and water is developed. The method is based on the extraction of flonicamid from water, soil, and apples using organic solvents, purification of the extracts on a silica gel column and subsequent determination by gas-liquid chromatography. The detection limit (mg/kg) is: water – 0,001; soil, apples – 0,05.

Key words: flonicamid, methodology for identification, apples, soil, water, gas-liquid chromatography, residues.

**Е. А. Мышкевич, С. А. Арашкович, М. П. Лосева, В. Л. Поплевко,
А. А. Кузмицкая**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФУНГИЦИДОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 10.06.2025

Рецензент: канд. с.-х. наук Васеха Е. В.

Аннотация. Изучено поведение действующих веществ новых многокомпонентных фунгицидов. Протиоконазол, пираклостробин, ципроконазол не обнаруживались в зерне пшеницы озимой на 30-е сутки, а спироксамин, тебуконазол и триадименол – на 73-и сутки после обработки в период уборки урожая. В семенах и масле рапса озимого не обнаружено азоксистробина и дифеноконазола на 39-е сутки после обработки. Ципродинил и флудиоксонил определялись в плодах яблок на 3 и 13-е сутки после двукратной обработки в количестве 0,0518 и 0,0484 мг/кг соответственно, что ниже максимально допустимого уровня – 1,0 мг/кг. При соблюдении норм внесения и сроков ожидания сельскохозяйственная продукция не загрязняется остаточными количествами действующих веществ фунгицидов.

Ключевые слова: остаточные количества, действующие вещества фунгицидов.

Введение. Современное растениеводство, несмотря на общемировую тенденцию экологизации сельскохозяйственного производства, предполагает широкое применение средств защиты растений (далее СЗР), что важно не только для повышения продуктивности растений, но и для получения высококачественного урожая [10, 12, 19, 20]. Активно в сельскохозяйственное производство внедряются фунгициды, так как грибковые патогены быстро адаптируются к действующим веществам и формируют резистентность к ним. Для решения данной проблемы создан международный Комитет по вопросу фунгицидной резистентности (Fungicide Resistance Action Committee – FRAC), который ежегодно публикует рекомендации по применению действующих веществ и новых фунгицидов на их основе с учетом риска возникновения резистентности [3].

В мировой практике сельского хозяйства используется 150 ДВ фунгицидов с различными механизмами действия, которые делятся на 46 классов [14].

Применение многокомпонентных СЗР, состоящих из нескольких действующих веществ (далее ДВ) с различным механизмом действия и гарантированной их совместимостью, позволяет контролировать сразу несколько видов вредных объектов, порой кардинально различающихся между собой и снижает риск развития резистентности. Важным аспектом также является соблюдение регламентов применения пестицидов, которые устанавливают рекомендуемую норму, сроки и способы их использования, что обеспечивает максимальную эффективность и снижает пестицидную нагрузку на агроэкосистему [18].

С. Л. Тютерев считает, что антирезистентная стратегия применения фунгицидов должна разрабатываться до выхода нового препарата на рынок. Последнее требование уже реализуется в других странах [18].

Объемы применения фунгицидов в республике в период с 2001–2012 гг. достигали 7–16 % от общего объема применения СЗР [16]. В Государственном Реестре СЗР, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, 2013 г. фунгициды по количеству препаратов занимали второе место (15,2 % от общего количества СЗР), после гербицидов (41,6 %). В 2020 г. фунгициды – 22,7 % [21], в 2025 г. (по состоянию на 26 марта) – 21,6 % [8].

Коллектив авторов РУП «Институт защиты растений» отмечает (данные 2015 г.), что на основе действующего вещества пропиконазол зарегистрировано 18 фунгицидов для защиты зерновых культур, из них 12 – в композиции с другими действующими веществами, тебуконазол – 19, из них 14 – в композиции, эпоксиконазол – 13 препаратов и все в композиции с другими действующими веществами, ципроконазол – 12 препаратов – все в композиции, флутриафол – 8 препаратов, из них 5 – однокомпонентных. Из группы стробилуринов – 9 препаратов в композиции с другими действующими веществами [20]. Появляются новые комбинации ДВ с учетом риска возникновения резистентности, которые ранее не применялись в республике и не проводилось исследований по их поведению в растениях с новыми сочетаниями ДВ.

Таким образом, использование новых многокомпонентных фунгицидов является востребованным, а изучение их поведения в растениях и оценка безопасности применения является актуальным.

Методика проведения исследований. В условиях лаборатории динамики пестицидов проводились исследования по определению остаточных количеств действующих веществ новых многокомпонентных фунгицидов, представленных в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, фунгициды комбинированы по принципу различного механизма действия, а также с учетом риска возникновения резистентности.

Таблица 1 – Классификация изучаемых действующих веществ фунгицидов (дополнение к Государственному реестру от 14.03.2025 г.)

Торговое название, препаративная форма (заявитель)	ДВ, г/л	Химическая группа ^{1,2}	Механизм действия	Код группы (риск) ¹
ИНСИГНИЯ, МД (АО «Щелково Агрохим», Россия)	ципродинил, 150	анилино-пиримидины, аминопиримидины	подавляет синтез белка	9 (средний)
	флудиоксонил, 140	фенилпирролы, пирролы	ингибирует фосфорилирование глюкозы, снижая рост мицелия	12 (низкий или средний)
КВИНТА, КЭ (ООО Франдеса», Беларусь)	пираклостробин, 200	метокси-карбаматы, стробилурины, карбанилаты, фенилпиразолы	ингибирует дыхание (QoL)	11 (высокий)
	ципроконазол, 100	триазолы, коназолы	ингибирует биосинтез эргостерола в мембранах	3 (средний)
ПРОФЕССОР МИКС, КЭ (Шандонг Вейфанг Рейнбоу Кемикал Ко., Лтд., Китай)	спироксамин, 250	спирокетал-амины, морфолины	ингибирует биосинтез стеролов в мембранах	5 (от низкого до среднего)
	триадименол, 43	триазолы, коназолы		3 (средний)
	тебуконазол, 167			
РОНИЛАН, КС (ООО «Агро Эксперт Груп», Россия)	азоксистробин, 150	метокси-акрилаты, стробилурины	ингибирует дыхание	11 (высокий)
	дифеноконазол, 125	триазолы, коназолы	нарушает функцию мембран, ингибирует деметилирование в процессе синтеза эргостерола	3 (средний)
СИНТРОН, КЭ (ООО «Агро Эксперт Груп», Россия)	протиоконазол, 120	триазолинтионы, коназолы	ингибирует биосинтез стеролов	3 (средний)
	пираклостробин, 90	метокси-карбаматы, стробилурины, карбанилаты, фенилпиразолы	ингибирует дыхание (QoL)	11 (высокий)

Примечание: 1 – согласно FRAC; 2 – согласно PPDB.

Триазолы – большая химическая группа, ингибируют в грибной клетке только один специфический фермент, поэтому могут вызывать устойчивость у патогенов. Оказывают влияние на метаболизм стерина,

вызывая изменения структуры и свойств клеточных мембран [5, 9]. Передвигаются преимущественно по ксилеме растений акропетально [6]. Действующие вещества триазольной группы влияют не только на патоген, но и на растение. Например, тебуконазол приводит к биохимическим и физиологическим изменениям, которые способствуют повышению устойчивости к пониженным температурам [7]. Протиоконазол обладает системным действием. В растении метаболизируется до более устойчивого соединения – протиоконазол-дестиио. Риск возникновения резистентности – средний [2].

Стробилурины – обширная химическая группа, нарушают дыхание в клетке гриба за счет блокировки третьего комплекса переноса электронов в месте окисления хинона от цитохрома b к цитохрому c₁ во внешней мембране митохондрии [17]. После обработки накапливаются в восковом слое кутикулы листа растения. Действующие вещества азоксистробин и в меньшей степени – пираклостробин перемещаются трансламинарно. В связи с естественным происхождением оказывают положительное влияние на биологические и физиологические реакции растений. Азоксистробин часто используется в комплексе с действующими веществами триазольной группы. Стробилурины обладают высокой дождестойкостью, которая обеспечивается липофильными частицами, удерживающими препарат на поверхности листа в форме затвердевшего осадка [17]. Риск возникновения резистентности – высокий [2].

Фенилпирролы – стойкие химические вещества широкого спектра действия, влияющие на процессы, связанные с мембранным переносом веществ в клетке, что снижает вероятность появления резистентности патогенов к этим соединениям. Флудиоксонил является аналогом природных антимикотических веществ, обладает широким контактным действием, ингибирует рост мицелия. Риск возникновения резистентности – низкий или средний [2].

Аминопиримидины – системные действующие вещества защитного действия, ингибируют биосинтез метионина и останавливают проникновение и рост мицелия в растительных тканях [10]. Риск возникновения резистентности – средний [2].

Морфолины – фунгициды профилактического и искореняющего действия, эффективны даже при низких положительных температурах и устойчивы к осадкам. Действующие вещества из данной группы, также как и триазолы, подавляют синтез эргостерола, который включает ряд этапов, при этом морфолины в отличие от азолов действуют на двух других этапах этого процесса: между 14 и 15 углеродными атомами [17]. Риск возникновения резистентности – от низкого до среднего [2].

Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по официальным методическим указаниям методом жидкостной хроматографии. Пробы растительных образцов отбирали в соответствии с ГОСТ 34668-2020 [15] в сроки согласно инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений, подлежащих государственной регистрации в Республике Беларусь [11].

Для проведения количественных исследований были использованы образцы аналитических стандартов ДВ с содержанием основного вещества более 97 %.

Результаты и их обсуждение. В 2023 г. проводились исследования по определению остаточных количеств ДВ фунгицида СИНТРОН, КЭ в максимальной норме расхода 1,2 л/га в пшенице озимой. Остаточных количеств протиоконазола-дестио и пираклостробина в урожае зерна на 30-е сутки после обработки не обнаружено, в соломе обнаружено 0,4637 и 0,0287 мг/кг соответственно. Максимально допустимый уровень (далее МДУ), установленный гигиеническими нормативами Республики Беларусь, протиоконазола-дестио и пираклостробина в зерне колосовых культур составляет 0,5 мг/кг, в соломе не нормируется. В Кодексе Алиментариуса [1] установлен МДУ для соломы и составляет для протиоконазола-дестио 4,0 мг/кг, для пираклостробина – 30,0 мг/кг. Как видно из полученных данных, обнаруженные остатки в соломе крайне малы, по сравнению с МДУ.

Исследования по поведению ДВ фунгицида ПРОФЕССОР МИКС, КЭ в норме расхода 0,6 л/га показали, что спироksamин и триадименол не детектировались в зерне и соломе в период уборки урожая на 73-и сутки после обработки, а тебуконазол был обнаружен только в соломе в количестве 0,1068 мг/кг, что значительно ниже МДУ даже по отношению к зерну. МДУ для соломы в своде пищевых международных стандартов составляет 40,0 мг/кг [4] (таблица 2).

Семена, масло, солома рапса озимого анализировались на 39-е сутки после двукратной обработки фунгицидом РОНИЛАН, КС в норме расхода 1,0 л/га. В результате искомые действующие вещества не обнаруживались в семенах и масле, в соломе азоксистробин был обнаружен в количестве 0,0205 мг/кг и дифеноконазол – 0,1145 мг/кг. В международных стандартах МДУ для масла и соломы не установлен. В Беларуси МДУ для азоксистробина в семенах рапса составляет 0,4 мг/кг, в масле – 0,2 мг/кг, стоит отметить, что в Европейском Союзе (далее ЕС) нормативы менее жесткие – 0,7 мг/кг. МДУ для дифеноконазола в семенах и масле составляет 0,05 мг/кг, в то время как в ЕС – 0,5 мг/кг [4].

Таблица 2 – Результаты содержания остаточных количеств действующих веществ многокомпонентных фунгицидов в образцах растительной продукции (лабораторный опыт, лаборатория динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений», 2023–2024 гг.)

Торговое название препарата (максимальная норма расхода)	ДВ, г/л	Максимальная норма расхода ДВ, г/га	Культура (образец)	Сутки ПО	МДУ, мг/кг [13]	Результат, мг/кг
2023 г.						
СИНТРОН, КЭ (1,2 л/га)	протиоконзол-дестео, 120	144,0	пшеница озимая - зерно	30	0,5	н/о
			- солома	30	н/н	0,4634
	пираклостробин, 90	108,0	- зерно	30	0,5	н/о
			- солома	30	н/н	0,0287
ПРОФЕС-СОР МИКС, КЭ (0,6 л/га)	спироксамин, 250	150,0	пшеница озимая - зерно	73	0,2	н/о
			- солома	73	н/н	н/о
	тебуконазол, 167	100,2	- зерно	73	0,2	н/о
			- солома	73	н/н	0,1068
	триадименол, 43	25,8	- зерно	73	0,2	н/о
			- солома	73	н/н	н/о
РОНИЛАН, КС (1,0 л/га, двукратно)	азоксистробин, 150	150,0	рапс озимый - семена	39	0,4	н/о
			- масло	39	0,2	н/о
			- солома	39	н/н	0,0205
	дифеноконазол, 125	125,0	- семена	39	0,05	н/о
			- масло	39	0,05	н/о
			- солома	39	н/н	0,1145
2024 г.						
ИНСИГНИЯ, МД (1,0 л/га, двукратно)	ципродинил, 150	150,0	яблоня - плоды	3	1,0	0,0518
			- плоды	13	1,0	0,0484
	флудиоксонил, 140	140,0	- плоды	3	5,0	н/о
			- плоды	13	5,0	н/о
КВИНТА, КЭ (0,6 л/га)	пираклостробин, 200	120,0	пшеница озимая - зерно	30	0,5	н/о
			- солома	30	н/н	0,1
	ципроконазол, 100	60,0	- зерно	30	0,05	н/о
			- солома	30	н/н	н/о

Примечания: ДВ – действующее вещество; МДУ – максимально допустимый уровень; н/н – не нормируется; н/о – не обнаружено; ПО – после обработки.

В 2024 г. изучали содержание действующих веществ ципродинила и флудиоксонила фунгицида ИНСИГНИЯ, МД в динамике в яблоках на 3 и 13-е сутки после двукратного применения в норме расхода 1,0 л/га. Стоит отметить, что данная комбинация ДВ новая и препаратов с такой комбинацией ранее в саду не применялось.

Таким образом, флудиоксонил не обнаруживался ни в одном из образцов, а ципродинил на 3-и сутки – в количестве 0,0518 мг/кг, на 5-е сутки – 0,0484 мг/кг, что минимум в 19 раз меньше МДУ. В Беларуси МДУ для ципродинила в яблоках составляет 1,0 мг/кг [13], а в ЕС этот показатель выше – 2,0 мг/кг [4], для флудиоксонила этот показатель одинаковый и составляет 5,0 мг/кг.

Содержание остаточных количеств ДВ фунгицида КВИНТА, КЭ изучалось в зерне и соломе пшеницы озимой на 30-е сутки после обработки в норме расхода 0,6 л/га. Ципроконазол и пираклостробин не обнаружены в зерне, а пираклостробин детектировался в соломе, где, как отмечалось выше, МДУ не нормируется в Беларуси, а в сравнении с МДУ Кодекса Алиментариуса [1], его содержание в 300 раз ниже (МДУ для соломы 30,0 мг/кг).

Заключение. Установлено, что действующие вещества фунгицидов СИНТРОН, КЭ, ПРОФЕССОР МИКС, КЭ, РОНИЛАН, КС, ИНСИГНИЯ, МД, КВИНТА, КЭ полностью деградируют к уборке урожая сельскохозяйственных культур и, соответственно, не загрязняют их.

С учетом изложенного, можно утверждать, что фунгициды СИНТРОН, КЭ, ПРОФЕССОР МИКС, КЭ, КВИНТА, КЭ могут безопасно применяться на зерновых культурах, РОНИЛАН, КС – на рапсе озимом и ИНСИГНИЯ, МД на яблоне при условии строгого соблюдения регламентов.

Список литературы

1. Codex Alimentarius [website]. – URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=230 (date of access: 25.04.2025).
2. FRAC Code List 2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering) // FRAC Code List. – URL: <https://www.frac.info/#open-tour> (date of access: 25.04.2025).
3. Fungicide resistance action committee: [website]. – URL: <https://www.frac.info/#open-tour> (date of access: 10.04.2025).
4. PPDB: Pesticide Properties DataBase: [website]. – URL: https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz_insect.htm (date of access: 25.04.2025).
5. Андреева, Е. И. Биологическая активность и механизм действия системных фунгицидов : учеб. пособие / Е. И. Андреева, В. А. Зинченко ; Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М. : МСХА, 1995. – 59 с.
6. Андреева, Е. И. Системные фунгициды – ингибиторы биосинтеза эргостерина / Е. И. Андреева, В. А. Зинченко // Агро XXI. – 2002. – № 3. – С. 6–7.

7. Влияние тебуконазола и тебуконазол-содержащего препарата «Бункер» на функционирование митохондрий озимой пшеницы / Т. П. Побежимова, А. В. Корсукова, О. А. Боровик [и др.] // Биологические мембраны. – 2020. – Т. 37, № 3. – С. 224–234.
8. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений // ГУ «Главная Государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – URL: <https://ggiskzr.by/reestr-szr/> (дата обращения: 28.03.2025).
9. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроном. спец. / В. А. Зинченко. – М. : КолоС, 2005. – 232 с.
10. Илларионов, А. И. Методы защиты растений от вредных организмов : учеб. пособие / А. И. Илларионов ; М-во сел. хоз-ва РФ, Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К. Д. Глинки. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – 252 с.
11. Инструкция о порядке проведения испытаний средств защиты растений и удобрений, подлежащих государственной регистрации : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 5 апр. 2024 г. № 30. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/protection-ru/view/instruktsiya-o-porjadke-provedenija-ispytanij-sredstv-zashchity-rastenij-i-udobrenij-podlezhaschix-9398/> (дата обращения: 10.04.2025).
12. Крупенько, Н. А. Физико-химические свойства фунгицидов, применяемых для защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / Н. А. Крупенько // Вестник защиты растений. – 2023. – № 2. – С. 93–99.
13. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> (дата обращения: 10.04.2025).
14. Оценка фунгицидной активности препаратов для предпосевной обработки семян озимой пшеницы / Н. М. Сидоров, Е. А. Гырнец, М. М. Астахов [и др.] // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 4 (28). – С. 149–158.
15. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности : ГОСТ 34668-2020. – Введ. 01.04.2021. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2021. – 42 с.
16. Сорока, С. В. Применение средств защиты растений в Белоруссии / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Защита и карантин растений. – 2014. – № 4. – С. 8–10.
17. Тютерев, С. Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С. Л. Тютерев ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб. : Нива, 2010. – 170 с.
18. Тютерев, С. Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С. Л. Тютерев // Вестник защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 38–53.
19. Физиологические эффекты действия на растения фунгицидов триазольной природы / Т. П. Побежимова, А. В. Корсукова, Н. В. Дорофеев, О. И. Грабельных // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 461–476.
20. Эффективность современного ассортимента фунгицидов в защите зерновых культур от болезней / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Н. А. Склименок [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 2. – С. 35–42.
21. Якимович, Е. А. Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь / Е. А. Якимович, С. В. Сорока // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 260–269.

*E. A. Myshkevich, S. A. Arashkovich, M. P. Loseva, V. L. Poplevko,
A. A. Kuzmitskaya*

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

HYGIENIC JUSTIFICATION OF THE SAFE USE OF MULTICOMPONENT FUNGICIDES UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The behavior of active ingredients of new multicomponent fungicides was studied. Prothioconazole, pyraclostrobin, and cyproconazole were not detected in winter wheat grain on the 30th day and spiroxamine, tebuconazole, and triadimenol were not detected on the 73rd day after treatment during harvest. Azoxystrobin and difenoconazole were not detected in winter rape seeds and oil on the 39th day after treatment. Cyprodinil and fludioxonil of 0,0518 and 0,0484 mg/kg respectively were detected in apples on the 3rd and 13th days after double treatment, which was below the maximum permissible level of 1,0 mg/kg. If application rates and waiting periods are observed, agricultural products are not contaminated with residues of fungicide active ingredients.

Key words: residues, fungicide active ingredients.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агейко А. В.	106, 145	Радивон В. А.	62, 71
Арашкович С. А.	189, 196, 205	Рожко Е. И.	62, 71
Белова Е. С.	98	Стрелкова Е. В.	162
Бобович А. Н.	7, 43, 98	Федорович М. В.	180
Богомолова И. В.	7, 98, 106, 145	Халаев А. Н.	71
Бойко С. В.	118	Халаева В. И.	88
Бречко Е. В.	130	Шейн А. А.	171, 180
Буга С. Ф.	62	Якимович Е. А.	24
Бурнос Н. А.	62, 71	Яковенко А. М.	98, 106
Войтка Д. В.	171, 180	Янковская Е. Н.	180
Гаджиева Г. И.	7, 145		
Гайдарова С. А.	145		
Жук Е. И.	62, 71		
Жуковская А. А.	62, 71		
Жуковский А. Г.	36		
Запрудский А. А.	43, 98, 106, 145		
Зык Н. В.	162		
Кабзарь Н. В.	17		
Калачев В. В.	80		
Кирейчик В. А.	36, 62, 71		
Кислушко П. М.	196		
Колтун Н. Е.	152		
Комардина В. С.	152		
Конопацкая М. В.	88		
Кузмицкая А. А.	205		
Лешкевич В. Г.	62, 71		
Лешкевич Н. В.	43, 106		
Лосева М. П.	205		
Мелешко Н. И.	56		
Миронова М. П.	17		
Мышкевич Е. А.	205		
Немкевич М. Г.	118		
Новикова О. В.	152		
Одинцова И. Н.	62, 71		
Патракеева А. В.	88		
Пенязь Е. В.	106		
Переверзева Ю. Н.	152		
Пилат Т. Г.	36, 62, 71		
Плескачевич Р. И.	80		
Полозник Е. Н.	7		
Поплевко В. Л.	205		
Привалов Д. Ф.	98		

AUTHOR INDEX

Ageyko A. V.	106, 145	Strelkova E. V.	162
Arashkovich S. A.	189, 196, 205	Voitka D. V.	171, 180
Babovich A. N.	7, 43, 98	Yakavenka A. M.	98, 106
Bahamolava I. V.	7, 98, 106, 145	Yakimovich E. A.	24
Belova E. S.	98	Yankouskaya A. N.	180
Boyko S. V.	118	Zaprudsky A. A.	43, 98, 106, 145
Brechko E. V.	130	Zhuk E. I.	62, 71
Buga S. F.	62	Zhukovskaya A. A.	62, 71
Burnos N. A.	62, 72	Zhukovsky A. G.	36
Fedarovich M. V.	180	Zyk N. V.	162
Gaidarova S. A.	145		
Hajyieva H. I.	7, 145		
Kabzar N. V.	17		
Kalachev V. V.	80		
Khalaev A. N.	71		
Khalaeva V. I.	88		
Kireichyk V. A.	36, 62, 71		
Kislushko P. M.	196		
Koltun N. E.	152		
Komardina V. S.	152		
Konopatskaya M. V.	88		
Kuzmitskaya A. A.	205		
Leshkevich N. V.	43, 106		
Leshkevich V. G.	62, 71		
Loseva M. P.	205		
Meleshko N. I.	56		
Mironova M. P.	17		
Myshkevich E. A.	205		
Nemkevich M. G.	118		
Novikova O. V.	152		
Odintsova I. N.	62, 71		
Palazniak A. N.	7		
Patrakeeva A. V.	88		
Penyaz E. V.	106		
Pereverzeva Yu. N.	152		
Pilat T. G.	36, 62, 71		
Pleskatsevich R. I.	80		
Poplevko V. L.	205		
Privalov D. F.	98		
Radivon V. A.	62, 71		
Rozhko E. I.	62, 71		
Shein A. A.	171, 180		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 49

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 20.10.2025. Формат 60х84 ¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 12,56. Уч.-изд. л. 12.

Тираж 50 экз. Заказ № 26116.

РУП «Институт защиты растений».

Ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь.

Тел/факс: 375 17 501-60-31, e-mail: belizr@inbox.ru, <http://www.izr.by>.

Общество с ограниченной ответственностью «Колорград».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 2/203 от 07.12.2018.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск

+375 17 361 91 40

post@segment.by

segment.by