

**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 47

Минск 2023
«Колорград»
2023

УДК 632 (476) (082)

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»: *Сорока С. В.*, доктор с.-х. наук, профессор – главный редактор, *Запрудский А. А.*, канд. с.-х. наук, доцент – зам. главного редактора, *Буга С. Ф.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Налобова В. Л.*, доктор с.-х. наук, доцент, *Войтка Д. В.*, канд. биол. наук, доцент, *Волчкевич И. Г.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Жуковский А. Г.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Кислушко П. М.*, канд. биол. наук, доцент, *Комардина В. С.*, канд. биол. наук, доцент, *Сорока Л. И.*, 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, **ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»:** *Коломиец Э. И.*, доктор биол. наук, профессор, академик НАН Беларуси; **Белорусский государственный технологический университет** *Цыганов А. Р.*, доктор с.-х. 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.

ISSN 0135-3705

© Республиканское унитарное предприятие

«Институт защиты растений», 2023

© Оформление ООО «Колорград», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Богомолова И.В.</i> Оценка эффективности граминицида Хилер, МКЭ в посевах ярового рапса	7
<i>Волчкевич И.Г.</i> Мониторинг сорных растений в агроценозах картофеля в Беларуси	13
<i>Корпанов Р.В.</i> Агрэкологические особенности гербицидной защиты посевов люпина узколистного	21
<i>Пестерева А.С., Сорока Л.И., Петровец И.Ю.</i> Контроль засоренности посевов пшеницы гербицидом на основе флорасулама и сульфонилмочевинной группы	35
<i>Сташкевич Н.С., Сташкевич А.В., Сорока Л.И., Сорока С.В.</i> Препаративные формы гербицидов зерновых культур и кукурузы (литературный обзор).....	43
<i>Супранович Р.В., Переверзева Ю.Н., Дмитрук Н.А., Комардина В.С.</i> Засоренность земляники садовой при различных способах выращивания культуры	51
<i>Якимович. Е.А.</i> Применение мезотриона в посевах фацелии пижмолистной ...	58

Фитопатология

<i>Жук Е.И.</i> Видовой состав грибов рода <i>Fusarium</i> Link, контаминирующих зерна яровой пшеницы в Беларуси	66
<i>Конопацкая М.В., Волчкевич И.Г.</i> Динамика развития дитиленхоза картофеля во время хранения	74
<i>Крупенько Н.А., Буга С.Ф., Жуковский А.Г., Жук Е.И., Пилат Т.Г., Радивон В.А., Жуковская А.А., Бурнос Н.А., Поплавская Н.Г., Лешкевич В.Г., Свидунович Н.Л., Халаев А.Н., Одинцова И.Н., Апресян А.А.</i> Инфицированность семян зерновых культур грибами рода <i>Fusarium</i>	80
<i>Крупенько Н.А., Буга С.Ф., Жуковский А.Г., Жук Е.И., Пилат Т.Г., Радивон В.А., Лешкевич В.Г., Халаев А.Н., Свидунович Н.Л., Бурнос Н.А., Жуковская А.А., Поплавская Н.Г., Одинцова И.Н.</i> Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур в Беларуси	86
<i>Крупенько Н.А., Жуковский А.Г., Буга С.Ф., Жук Е.И., Лешкевич В.Г., Халаев А.Н., Бурнос Н.А., Радивон В.А., Свидунович Н.Л., Поплавская Н.Г.</i> Защита зерновых культур, возделываемых на семенные цели, от болезней в условиях Беларуси	94
<i>Мелешко Н.И.</i> Оценка эффективности фунгицида Свитч, ВДГ против болезней земляники садовой	105
<i>Пилат Т.Г.</i> Патогенность грибов рода <i>Fusarium</i> , доминирующих на корневой системе и колосе озимого ячменя	112
<i>Плескацевич Р.И.</i> Развитие коккомикоза на вишне и снижение его вредоносности медьсодержащим фунгицидом Индиго, КС	120

<i>Радивон В.А., Жуковский А.Г.</i> Анализ поражаемости сортов яровой тритикале болезнями за 2012–2022 гг.	128
<i>Свидуневич Н.Л.</i> Видовой состав грибов, паразитирующих на корневой системе кукурузы, в условиях Республики Беларусь.....	136
<i>Степанова Н.В., Чуйко С.Р.</i> Определение вредной биоты семян льна-долгунца, полученных в основных зонах льносеяния Беларуси.....	143
<i>Халаева В.И., Волчкевич И.Г., Патракеева А.В.</i> Видовое разнообразие грибов рода <i>Alternaria</i> , ассоциированных с растениями картофеля.....	151

Энтомология

<i>Бойко С.В., Немкевич М.Г.</i> Усовершенствование химической системы защиты семенных посевов пшеницы яровой от вредителей в Беларуси.....	169
<i>Запрудский А.А., Привалов Д.Ф.</i> Защита агроценозов кормовых бобов от фитофагов в Беларуси.....	185
<i>Колтун Н.Е., Савостьяник Е.В.</i> Эффективность двухкомпонентного инсектоакарицида Норил, КЭ против комплекса вредителей на яблоне	195
<i>Лобко А.А., Волчкевич И.Г., Романовский С.И., Косыхина О.И.</i> Ограничение развития чешуекрылых вредителей в агроценозах капусты белокочанной в Республике Беларусь	203
<i>Синчук Н.В., Буга С.В.</i> Площадь мин личинок разных возрастов тополевой моли-пестрянки и относительная площадь поврежденной ими листовой поверхности тополей берлинского и канадского	212

Общие вопросы защиты растений

<i>Арашкович С.А.</i> Разработка методики определения остаточных количеств бентазона в почве, зеленой массе и зеленом горошке методом ВЭЖХ	220
<i>Кислушко П.М.</i> Метод определения остаточных количеств хлорпрофам в растительном материале, почве и воде газожидкостной хроматографией ...	228
<i>Козлов С.Н., Кажарский В.Р., Горянцева М.Д., Козлова А.С.</i> Эффективность применения росторегулятора Экосил, ВЭ на луке репчатом.....	236
<i>Мышкевич Е.А., Арашкович С.А.</i> Ассортимент средств защиты гороха от сорных растений и безопасность их применения в Республике Беларусь....	245
<i>Пашкова И.Н., Сташкевич Н.С.</i> Защита посевов кукурузы от вредных объектов	254
<i>Якимович Е.А., Сорока С.В.</i> Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь	260
<i>Янковская Е.Н., Войтка Д.В., Феклистова И.Н., Федорович М.В.</i> Роль элиситорного препарата Максимун, КС в повышении продуктивности и болезнестойчивости тепличных овощных культур	270
Авторский указатель.....	281

CONTENTS

Herbology

<i>Bogomolova I.V.</i> Evaluation of the graminicide Healer, OEC efficiency in spring rape.....	7
<i>Volchkevich I.G.</i> Monitoring of weeds in potato agrocenoses in Belarus	13
<i>Korpanov R.V.</i> Agroecological features of herbicide protection of lupin crops...21	
<i>Pestereva A.S., Soroka L.I., Petrovets I.Yu.</i> Weed control of wheat crops with herbicide based on florasulam and sulfonylurea group.....	35
<i>Stashkevich N.S., Stashkevich A.V., Soroka L.I., Soroka S.V.</i> Preparative forms of herbicides for grain crops and corn (literature review)	43
<i>Supranovich R.V., Pereverzeva Y.N., Dmitryc N.A., Komardina V.S.</i> Garden strawberry clogging in various culture growing methods.....	51
<i>Yakimovich E.A.</i> Use of mesotrion in phacelia tanacetifolia	58

Phytopathology

<i>Zhuk E.I.</i> Species composition of <i>Fusarium</i> fungi on grain of spring wheat in Belarus	66
<i>Konopatskaya M.V., Volchkevich I.G.</i> Dynamics of the potato stem nematode development during storage.....	74
<i>Krupenko N.A., Buga S.F., Zhukovsky A.G., Zhuk E.I., Pilat T.G., Radivon V.A., Zhukovskaya A.A., Burnos N.A., Poplavskaya N.G., Leshkevich V.G., Svidunovich N.L., Khalaev A.N., Odintsova I.N., Apresyan A.A.</i> Infection of grain seeds with <i>Fusarium</i> genus fungi	80
<i>Krupenko N.A., Buga S.F., Zhukovsky A.G., Zhuk E.I., Pilat T.G., Radivon V.A., Leshkevich V.G., Khalaev A.N., Svidunovich N.L., Burnos N.A., Zhukovskaya A.A., Poplavskaya N.G., Odintsova I.N.</i> Phytopathological situation in the crops of cereals in Belarus	86
<i>Krupenko N.A., Zhukovsky A.G., Buga S.F., Zhuk E.I., Leshkevich V.G., Khalaev A.N., Burnos N.A., Radivon V.A., Svidunovich N.L., Poplavskaya N.G.</i> Protection of cereal crops against diseases for seed production in Belarus.....	94
<i>Meleshko N.I.</i> Evaluation of the efficiency of the fungicide Switch, WG against garden strawberry diseases	105
<i>Pilat T.G.</i> Pathogenicity <i>Fusarium</i> species, dominant on the root system and ear of winter barley	112
<i>Pleskatsevich R.I.</i> Development of coccomyces on cherry and reduction of its harmfulness with copper containing fungicide Indigo, SC.....	120
<i>Radivon V.A., Zhukovsky A.G.</i> Analysis of the susceptibility of spring triticale varieties to diseases for 2012– 2022	128
<i>Svidunovich N.L.</i> Specific composition of fungi parasiting on corn root system under conditions of the Republic of Belarus.....	136

<i>Stepanova N.V., Chuiko S.R.</i> Determination of harmful biota of fiber flax seeds obtained in the main flaxsowing zones of Belarus.....	143
<i>Khalaeva V.I., Volchkevich I.G., Patrakeeva A.V.</i> Species diversity of fungi of the genus <i>Alternaria</i> associated with potato plants.....	151

Entomology

<i>Boiko S.V., Nemkevich M.G.</i> Improvement of the chemical system of protection of spring wheat seed crops from pests in Belarus.....	169
Zaprudsky A.A., Privalov D.F. Protection of broad beans agrocenosis against phytophags in Belarus.....	185
<i>Koltun N.E., Savostsyanik E.V.</i> Efficiency of two-component insectoacaricide Noril, EC against a complex of pests on an apple tree	195
<i>Lobko A.A., Volchkevich I.G., Romanovsky S.I., Kosykhina O.I.</i> Limitation of the development of lepidopther pests in plantations of white cabbage in the Republic of Belarus.....	203
<i>Sinchuk N.V., Buga S.V.</i> Area of mines of different instar larvae of <i>Phyllonorycter populifoliella</i> (Treitschke, 1833) and relative area of damaged berlin and canadian poplar leaf surface.....	212

General issues of plant protection

<i>Arashkovich S.A.</i> Development of the technique for identifying bentazone residues in soil, green mass and green pea using HPLC.....	220
<i>Kislushko P.M.</i> The technique for identifying chlorpropharm residues in plant material, soil and water using gas-liquid chromatography	228
<i>Kozlov S.N., Kazharsky V.R., Goryantseva M.D., Kozlova A.S.</i> Efficiency of application of rostoregulator Ekosil, WE on onion	236
<i>Myshkevich E.A., Arashkovich S.A.</i> Assortment of means for protecting pea from weeds and safety of their application in the republic of Belarus	245
<i>Pashkova I.N., Stashkevich N.S.</i> Protection of corn crops from harmful objects	254
<i>Yakimovich E.A., Soroka S.V.</i> Analysis of use of plant protection means in the Republic of Belarus.....	260
<i>Yankouskaya E.N., Voitka D.V., Feklistova I.N., Fedorovich M.V.</i> The role of the elicitor preparation Maximum, CS in increasing the productivity and disease resistance of greenhouse vegetable crops.....	270
Author index	282

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 633.853.494 «321»: 632.954

И.В. Богомолова

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАМИНИЦИДА ХИЛЕР, МКЭ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 08.06.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Сорока Л.И.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке влияния граминицида Хилер, МКЭ на засоренность посевов ярового рапса однолетними злаковыми сорными растениями и урожайность культуры. Установлено, что при применении данного препарата численность однолетних злаковых сорных растений снизилась на 91,7–100 %, вегетативная масса уменьшилась на 92,1–100 %. Величина сохраненного урожая семян составила 15,5–22,7 %.

Ключевые слова: яровой рапс, сорные растения, граминициды, биологическая эффективность.

Введение. Одним из основных условий высокой урожайности ярового рапса, как и других сельскохозяйственных культур, являются чистые от сорных растений посевы.

Известно, что средние потери урожая ярового рапса, вызванные засорением, особенно в изреженных посевах, достигают 15 %, а при плохих почвенных условиях или вследствие засушливой погоды после сева могут быть и выше (до 50 %) [1].

Для посевов ярового рапса характерен смешанный тип засорения. В структуре сорного ценоза доминируют двудольные виды. Группа однолетних злаков не многочисленна и представлена в основном такими видами, как просо куриное – *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., мятлики однолетних – *Poa annua* L., метлица обыкновенная – *Apera spica-venti* (L.) Burv., а также падалица зерновых культур [2]. В последнее время наметилась тенденция к увеличению засоренности агроценозов этими видами [3].

В процессе вегетации растения рапса формируют большую надземную массу и при оптимальной густоте стояния (90–140 шт./м²) являются достаточно конкурентоспособными по отношению к большинству сорных видов. Однако на начальных этапах роста и развития всходам рапса очень тяжело бороться с быстро растущими злаковыми

сорными растениями и падалицей зерновых. Это приводит к чрезмерному выносу точки роста над поверхностью почвы, слабому развитию корневой системы, что в итоге сказывается на урожайности. Поэтому эффективный контроль засоренности посевов на ранних этапах роста и развития растений культуры позволяет сохранить урожай и его качество, а также избежать проблем при уборке [4].

Эффективной мерой, предотвращающей засорение посевов ярового рапса малолетними двудольными и злаковыми сорными видами, является применение почвенных гербицидов. Недостатком этих препаратов является сильная зависимость эффективности от погодных условий и качества обработки почвы. Если после применения данных гербицидов наступает засушливый период, что в последние годы происходит довольно часто, эффективность их значительно снижается. В таких условиях предпочтительнее использовать гербициды, в том числе и противозлаковые, применяемые по вегетации культуры.

Для контроля засоренности посевов ярового рапса однолетними злаковыми сорными растениями «Государственным реестром средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» рекомендован ряд специализированных гербицидов (граминицидов) на основе разных действующих веществ (галоксифоп-Р-метил, клетодим, пропаквизафоп, флуазифоп-П-бутил, хизалофоп-П-тефурил (квизалофоп-П-тефурил), хизалофоп-П-этил (квизалофоп-П-этил), циклоксидим) [5]. Несмотря на достаточно широкий перечень разрешенных к применению противозлаковых гербицидов поиск и изучение эффективности новых препаратов по-прежнему актуальны.

С целью расширения ассортимента препаратов для контроля однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового рапса нами изучалась эффективность гербицида Хилер, МКЭ.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке эффективности граминицида Хилер, МКЭ (хизалофоп-П-тефурил (квизалофоп-П-тефурил), 40 г/л) проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район) в посевах ярового рапса сортов Герцог (2021 г.) и Верас (2022 г.). Агротехника возделывания культуры общепринятая для Республики Беларусь.

Площадь опытной делянки – 15 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Гербициды применяли в фазу 2–4 настоящих листьев сорных растений с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Учеты засоренности проводили до обработки (количественный) и через 30 дней после применения гербицидов (количественно–весовой) в соответствии с «Методическими указаниями...» [6]. Обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа [7] с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2021 г. в посевах ярового рапса видовой состав злаковых сорных растений был представлен только просом куриным. Погодные условия вегетационного сезона характеризовались пониженным температурным режимом в мае и низким количеством осадков в июне, в результате чего просо куриное достигло фазы 2–4 листьев только к началу июля. Перед обработкой гербицидами численность данного вида составила 33–41 шт./м².

Через 30 дней после применения гербицидов существенных различий в показателях снижения численности и массы проса куриного между эталонными и опытными вариантами с одинаковыми нормами расхода практически не наблюдалось.

В эталонных вариантах при обработке гербицидом Пантера, КЭ в норме расхода 0,75 л/га численность сорного растения снизилась на 90,3 %, гербицидом Хилер, МКЭ – на 91,7 %, вегетативная масса – на 96,0 и 96,8 %. При применении гербицидов в максимальной норме расхода (1,0 л/га) показатели биологической эффективности были несколько выше и составили, соответственно, 97,2 и 94,4 % по численности и 98,4 и 95,2 % – по массе (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Хилер, МКЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Численность проса куриного до обработки, шт./м ²	Снижение численности проса куриного, %	Снижение массы проса куриного, %
Без применения гербицидов	–	33,0	44,0*	92,0**
Пантера, КЭ (эталон 1)	0,75	36,0	90,3	96,0
Пантера, КЭ (эталон 2)	1,0	41,0	97,2	98,4
Хилер, МКЭ	0,75	35,0	91,7	96,8
Хилер, МКЭ	1,0	38,0	94,4	95,2

* Численность проса куриного, шт./м²; ** масса проса куриного, г/м².

В результате применения гербицида Хилер, МКЭ в нормах расхода 0,75 и 1,0 л/га достоверно сохраненный урожай семян составил 2,9 и 3,4 ц/га (или 15,5 и 18,2 %) по сравнению с вариантом без применения гербицидов, в эталонных вариантах Пантера, КЭ (0,75 и 1,0 л/га) – 2,2 и 3,0 ц/га (или 11,8 и 16,0 %) (таблица 2).

Май 2022 г. характеризовался низкими температурами и избыточным увлажнением, что оказало негативное влияние на рост и развитие ярового рапса. Во второй декаде месяца среднесуточная температура воздуха была на 2,0 С ниже среднеголетних значений, в третьей – на 3,1 °С. Осадков выпало 121,5 и 244,0 % от нормы, соответственно.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность гербицида Хилер, МКЭ в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
Без применения гербицидов	–	18,7	–	–
Пантера, КЭ (эталон 1)	0,75	20,9	2,2	11,8
Пантера, КЭ (эталон 2)	1,0	21,7	3,0	16,0
Хилер, МКЭ	0,75	21,6	2,9	15,5
Хилер, МКЭ	1,0	22,1	3,4	18,2
НСР ₀₅		1,85		

Температура воздуха июня была на 2,0 °С выше среднеголетней, 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). Такие условия способствовали быстрому росту и развитию как культурных, так и сорных растений.

В вегетационном сезоне 2022 года на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах ярового рапса перед обработкой гербицидами численность проса куриного в среднем составила 62,0 шт./м², мятлика однолетнего – 3,0 шт./м².

Через месяц после обработки в варианте без применения гербицидов численность проса куриного составила 120,0 шт./м², вегетативная масса – 270,4 г/м², мятлика однолетнего – 5,0 шт./м² и 26,2 г/м². В результате проведенных исследований не выявлено существенных различий в показателях снижения численности и массы сорных растений между эталонными и опытными вариантами с одинаковыми нормами расхода. Так, в варианте с препаратом Хилер, МКЭ в норме расхода 0,75 л/га численность проса куриного снизилась на 93,3 %, вегетативная масса уменьшилась на 92,1 %, в эталонном варианте Пантера, КЭ (0,75 л/га) – на 89,2 и 90,0 %. При увеличении нормы расхода гербицидов до 1,0 л/га показатели биологической эффективности были несколько выше: 94,0 % по снижению численности и 92,7 % по снижению массы (Хилер, МКЭ) и 97,2 и 96,9 % (Пантера, КЭ), соответственно. При обработке гербицидом Хилер, МКЭ в обеих дозировках отмечена полная гибель мятлика однолетнего. В эталоне с минимальной нормой расхода численность данного вида снизилась на 90,0 %, вегетативная масса уменьшилась на 92,6 %, с максимальной нормой – на 94,0 и 96,5 % (таблица 3).

Обработка посевов ярового рапса гербицидами позволила сохранить 1,2–1,5 ц/га семян (Пантера, КЭ) и 1,1–1,5 ц/га (Хилер, МКЭ), или 18,2–22,7 и 16,7–22,7 %, соответственно (таблица 4).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Хилер, МКЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Численность сорного растения до обработки, шт./м ²	Снижение численности сорного растения, %	Снижение массы сорного растения, %
Просо куриное				
Без применения гербицидов	–	64,0	120,0*	270,4**
Пантера, КЭ (эталон 1)	0,75	62,0	89,2	90,0
Пантера, КЭ (эталон 2)	1,0	65,0	97,2	96,9
Хилер, МКЭ	0,75	58,0	93,3	92,1
Хилер, МКЭ	1,0	61,0	94,0	92,7
Мятлик однолетний				
Без применения гербицидов	–	5,0	5,0*	26,2**
Пантера, КЭ (эталон 1)	0,75	3,0	90,0	92,6
Пантера, КЭ (эталон 2)	1,0	2,0	94,0	96,5
Хилер, МКЭ	0,75	3,0	100,0	100,0
Хилер, МКЭ	1,0	2,0	100,0	100,0

* Численность сорного растения, шт./м²; ** – масса сорного растения, г/м².

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицида Хилер, МКЭ в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	ц/га
Без применения гербицида	–	6,6	–	
Пантера, КЭ (эталон 1)	0,75	7,8	1,2	18,2
Пантера, КЭ (эталон 2)	1,0	8,1	1,5	22,7
Хилер, МКЭ	0,75	7,7	1,1	16,7
Хилер, МКЭ	1,0	8,1	1,5	22,7
НСР ₀₅		0,85		

Заключение. В результате двухлетних исследований (2021–2022 гг.) установлена высокая эффективность гербицида Хилер, МКЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового рапса. Через месяц после применения в минимальной норме расхода (0,75 л/га) численность однолетних злаковых сорных растений снизилась на 91,7–100 %, вегетативная масса уменьшилась на 92,1–100 %. В максимальной норме расхода (1,0 л/га) эти показатели составили, соответственно, 94,0–100 % и 92,7–100 %.

Снижение засоренности позволило сохранить 15,5–22,7 % урожая семян ярового рапса по сравнению с вариантом без применения гербицида.

На основании результатов исследований граминцид Хилер, МКЭ (0,75–1,0 л/га) включен в «Государственный реестр средств защиты

растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты посевов ярового рапса при обработке в фазе 2–4 листьев однолетних злаковых сорных растений.

Список литературы

1. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.] ; рец.: В. В. Лапа, Е. А. Якимович; Науч.–практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2016. – 124 с.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.] ; рец.: И. М. Богдевич, Н. Н. Семененко. – Минск: Бел. наука, 2005. – 462 с.
3. Сорока, С. В. Перспективы повышения эффективности защиты растений в Республике Беларусь на 2021 – 2030 гг. / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию = Plant protection in the transition to precision farming : материалы междунар. науч. конф. (г. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.–практ. центр по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 7–20.
4. Шпаар, Д. Рапс и сурепица (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.] ; под ред. Д. Шпаара. – 2-е изд., перераб. и расшир. – М.: [б. и.], 2007. – 320 с.
5. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / 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.
6. 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. укуп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
7. 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.

I. V. Bogomolova

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

EVALUATION OF THE GRAMINICIDE HEALER, OEC EFFICIENCY IN SPRING RAPE

Annotation. The paper demonstrates the results of the research on evaluating the effect of the graminicide Healer, OEC on spring rape infestation with annual cereal weeds and crop yield. It was established that with the use of the preparation the number of annual cereal weeds decreased by 91.7–100%, and the vegetative mass was reduced by 92,1–100 %. The amount of the saved seed yield was 15,5–22,7 %.

Key words: spring rape, weeds, graminicides, biological efficiency

И.Г. Волчкевич

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

МОНИТОРИНГ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 13.06.2023

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

Аннотация. В статье представлены результаты маршрутного обследования засоренности посадок картофеля в 2021–2022 гг. в Беларуси. Дана информация о видовом и количественном составе сорных растений, их встречаемости в агроценозах культуры. Установлены доминирующие виды сорняков и тип засорения.

Ключевые слова: картофель, сорное растение, биологическая группа, семейство, встречаемость, численность.

Введение. Картофель – ценная продовольственная культура, которая занимает пятое место в мире среди источников энергии в питании человека после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя. По производству картофеля на душу населения республика Беларусь является лидером в СНГ, что составляет 558 кг и занимает 11 место в мире [1]. Согласно данным Белстата площадь возделывания культуры в 2021 г. достигала 175 тыс. га во всех категориях хозяйств. Средний продуктивный потенциал сортов белорусской и зарубежной селекции составляет 420 ц/га, однако средняя урожайность в Беларуси достигает 197 ц/га [17].

Одной из основных причин недобора урожая клубней является ущерб, наносимый сорными растениями [5]. На слабозасорённых полях потери урожая могут составлять 30 %, на сильно засорённых – в 2,2–2,8 раза выше [5].

Согласно данным украинских исследователей засоренность посадок картофеля достигает 40–70 шт./м² многолетними и 67,0–238,0 шт./м² однолетними сорняками, что превышает критический уровень в 7–19 раз [6].

В Западно-Казахстанской области орошаемые посадки картофеля засорены щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), марью белой (*Chenopodium album* L.), пасленом черным (*Solanum nigrum* L.), дурнишником обыкновенным (*Xanthium strumarium* L.), щетинником сизым (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) и зеленым (*S. viridis* (L.) Beauv.), вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis* L.), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), бодяком полевым (*Cirsium arvense* L.), сурепкой обыкновенной (*Barbarea vulgaris* R. Br.) и просом куриным (*Echinochloa crus-galli* L.) [2, 12].

В лесостепной зоне Чеченской Республики засоренность посадок картофеля варьирует от 7 до 630 шт./м². Доминирующей группой сорных растений является яровая (52,2 %). Видовой состав представлен однолетними (60,0 %) сорняками (марь белая, галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora* Cav.), лебеда раскидистая (*Atriplex patula* L.), просо куриное, щирица запрокинутая, пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.)) и многолетними (40,0 %) (бодяк полей, осот полевой, пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.) и др.) [13].

На полях южного федерального округа России наиболее часто встречаются около 30 видов сорняков [11, 16]. В Северо-Западном регионе преобладают однолетние виды сорных растений – звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L.), марь белая, редька полевая (*Raphanus raphanistrum* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), ярутка полевая, пастушья сумка обыкновенная, виды горцев (*Polygonum* spp.), пикульника (*Galeopsis* spp.), ромашки (*Matricaria* spp.) и желтушник лакфиольный (*Erysimum cheranthoides* L.). Из многолетних видов доминируют пырей ползучий и осот полевой [15].

В Московской области посадки картофеля засорены 14 видами сорных растений, относящихся к 6 ботаническим семействам, в Ленинградской – 53 видами, принадлежащих к 19 семействам [14, 18]. Наибольшим количеством видов были представлены семейства астровые (10 видов), яснотковые (7), гречишные (5 видов) [18].

В Ивановской области доминировали из однолетних видов марь белая, просо куриное и ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), из многолетних – осот полевой, бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.) и пырей ползучий [8], в Челябинской – марь белая, паслен черный, бодяк полевой, вьюнок полевой и осот полевой [3].

В Республике Беларусь, согласно данных (1996–2003 гг.) Сонкиной Н.В., Сороки С.В., Терещука В.С., в посадках картофеля произрастало от 63,6 до 86,2 шт./м² сорных растений представляющих 32–47 видов, из них 15–20 встречались повсеместно [19, 20].

В настоящее время, данные по засоренности и видовому составу сорных растений в посадках картофеля в Беларуси представлены фрагментарно. Следовательно, проведение мониторинговых исследований агроценозов культуры целесообразно для получения данных о видовом разнообразии, распространенности и структуре доминирования сорных растений, что в свою очередь позволит дифференцированно подходить к выбору средств защиты растений и существенно повысить их эффективность.

Методика проведения исследований. С целью изучения ареалов распространения и видового состава сорных растений в агроценозах

картофеля (2021–2022 гг.) проведены маршрутные обследования посадок в картофелеводческих хозяйствах в разных агроклиматических зонах Беларуси. В течение периода вегетации культуры анализировали численность и встречаемость сорняков согласно методических указаний [7, 10].

Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам устанавливали по определителям [9, 15, 21].

Определение видового состава и частоты встречаемости видов сорных растений в посадках картофеля в зависимости от агро-климатической зоны, проведены количественным методом, который основывается на учете сорных растений с помощью рамки площадью 0,25 м². Количество наложения учетных рамок зависело от площади посадок культуры (до 50 га – 10 шт., 50–100 га – 15 шт.) [4, 7].

Численность (А) (отдельных видов, их групп, всех сорняков) определяли как число растений, приходящихся на единицу площади (1 м²) и рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{a}{n \times s} = \frac{a}{S},$$

где a – число встреченных особей (стеблей) растений, шт.; n – число учетных площадок, шт.; s – величина учетной площадки, в м²; S – общая учетная площадь, м² [4].

Встречаемость (R) – выраженная в процентах частота присутствия данного вида на учетных площадках по отношению к их общему количеству, рассчитывали по формуле [4]:

$$R = \frac{m \times 100}{n},$$

где R – встречаемость данного вида, %; m – число учетных площадок, на которых данный вид встречается, шт.; n – общее число взятых для исследований учетных площадок, шт.

Результаты и их обсуждение. При оценке засоренности агроценозов картофеля определено, что численность сорных растений по республике варьировала от 23,4 шт./м² до 47,5 шт./м², с максимальной численностью в южной (2021 г.) и центральной (2022 г.) агроклиматических зонах. В посадках культуры произрастало 24–29 видов сорняков (таблица 1).

Следует отметить, что марь белая (45,8–62,5 %), горец вьюнковый (62,5%) и просо куриное (70,8–87,5 %) являются постоянными видами в агроценозах картофеля, что согласуется с результатами оценки российских исследователей [2, 13, 18]. Особенно велика их встречаемость в южной агроклиматической зоне, которая достигает 87,5 % (таблица 1). Помимо вышеупомянутых видов в южной агроклиматической

зоне определена высокая распространенность галинсоги мелкоцветной (33,3–75,0 %). Щирица запрокинутая и подмаренник цепкий встречались на 4,0–17,9 % обследованных агроценозов картофеля во всех агроклиматических зонах республики. Многолетний сорняк (пырей ползучий) наиболее распространен в северной зоне, что подтверждают данные полученные Сонкиной Н.В. [20].

К редковстречаемым (неактивным) видам можно отнести мелколепестник канадский (3,6 %) и мышиный горошек (1,4 %), которые были отмечены в южной и северной агроклиматических зонах, бодяк полевой (10,0 %), горец почечуйный (4,3 %) и череда трехраздельная (2,1 %) – в центральной и северной, ярутка полевая (1,4–5,1 %) и звездчатка средняя (1,1–4,3 %) – в северной агроклиматической зоне, которая характеризовалась присутствием максимального видового разнообразия сорных растений (22–25 видов) (таблица 1).

Таблица 1 – Встречаемость (%) сорных растений в посадках картофеля (маршрутные обследования)

Вид	Агроклиматическая зона						Среднее	
	южная		центрально- ная		северная			
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Аистник обыкновенный (<i>Erodium cicutarium</i> L.)	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	8,0	0,0
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> L.)	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	16,5	0,0	10,0
Вероника плющелистная (<i>Veronica hederifolia</i> L.)	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	0,0	0,0	5,3	8,1	1,1	3,8	2,8	4,3
Галинсога мелкоцветная (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	75,0	33,3	1,3	0,0	2,2	6,3	5,1	9,3
Горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	62,5	62,5	15,8	8,1	9,9	8,9	14,9	17,8
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	25,0	16,7	18,4	40,5	1,1	0,0	9,7	13,6
Горец почечуйный (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	3,8	0,0	4,3
Горец шероховатый (<i>Polygonum scabrum</i> Moench.)	0,0	0,0	0,0	8,1	26,4	44,3	13,7	27,1
Дрема белая (<i>Melandrium album</i> Mill.)	0,0	8,3	5,3	10,8	0,0	13,9	2,3	12,1
Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> L.)	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	7,6	1,1	4,3
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	62,5	45,8	25,0	29,7	35,2	32,9	32,0	34,3
Мелколепестник канадский (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	3,6
Метлица обыкновенная (<i>Apera spica-venti</i> L.)	12,5	8,3	0,0	8,1	0,0	1,3	0,6	4,3

Вид	Агроклиматическая зона						Среднее	
	южная		центральная		северная			
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Морковь дикая (<i>Daucus carota</i> L.)	0,0	0,0	1,3	0,0	2,2	0,0	1,7	0,0
Мышиный горошек (<i>Vicia cracca</i> L.)	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,4
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	25,0	37,5	13,2	40,5	7,7	26,6	10,8	32,1
Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i> L.)	0,0	0,0	21,1	32,4	19,8	25,3	19,4	22,9
Пастушья сумка обыкновенная (<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	12,5	4,2	0,0	2,7	4,4	0,0	2,8	1,4
Пикульник обыкновенный (<i>Galeopsis tetrahit</i> L.)	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	0,0	4,2	5,2	16,2	3,3	8,9	4,0	10,0
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	12,5	16,7	1,3	5,4	2,2	2,5	2,3	5,7
Просо куриное (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	87,5	70,8	51,3	27,0	73,6	22,8	64,6	32,1
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> L.)	25,0	16,7	1,3	24,3	30,8	15,2	17,7	17,9
Ромашка непахучая (<i>Matricaria inodora</i> L.)	0,0	0,0	1,3	2,7	7,7	6,3	4,6	4,3
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	0,0	20,8	6,6	5,4	3,3	10,1	4,6	10,7
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	12,5	8,3	3,9	0,0	2,2	2,5	3,4	2,9
Черда трехраздельная (<i>Bidens tripartite</i> L.)	0,0	0,0	0,0	2,7	2,2	2,5	1,1	2,1
Чистец болотный (<i>Stachys palustris</i> L.)	0,0	8,3	0,0	10,8	0,0	1,3	0,0	5,0
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	0,0	12,5	9,2	35,1	8,8	11,4	8,6	17,9
Ярутка полевая (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	2,5	5,1	1,4
Всего, шт./м ²	47,5	36,7	23,4	47,2	33,0	34,2	29,5	38,1
Всех, шт.	11	20	17	21	22	25	24	29

Сорняки, присутствующие в агроценозах культуры принадлежат к 15 семействам, что в 1,2 раза ниже по сравнению с данными полученными Сонкиной Н.В. [20]. Представители семейства злаковых (8,3–11,7 шт./м²), гречишных (4,5–4,7 шт./м²) и астровых (3,7–6,0 шт./м²) доминировали в агроценозах картофеля. Виды из семейств крестоцветные, сельдерейные, мареновые, яснотковые, вьюнковые, гераниевые и хвощовые вошли в группу прочие, так как не встречались повсеместно и их численность достигала до 4,1 шт./м² (таблица 2).

Наибольшим видовым разнообразием характеризовались представители семейств астровые (7 видов) и гречишные (4 вида), что в совокупности составило 37,9–45,8 % от общего числа видов.

Таблица 2 – Засоренность посадок картофеля (маршрутные обследования)

Семейства сорных растений	Агроклиматические зоны						Среднее, шт./м ²	
	южная		центральная		северная			
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Злаковые (<i>Poaceae</i> Barnhart)	22,0	13,7	9,3	6,1	12,7	7,5	11,7	8,3
Астровые (<i>Asteraceae</i> Dumort.)	13,0	11,3	2,9	3,7	3,6	5,2	3,7	6,0
Гречишные (<i>Polygonaceae</i> Juss.)	6,0	5,4	4,1	4,6	4,7	4,6	4,5	4,7
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Vent)	5,5	3,1	1,5	1,7	3,3	3,6	2,7	3,0
Пасленовые (<i>Solanaceae</i> Juss.)	0,0	0,0	2,0	2,5	3,4	5,8	2,7	3,8
Щирицевые (<i>Amaranthaceae</i> Juss.)	0,0	0,6	1,3	23,2	0,8	1,1	1,0	6,9
Фиалковые (<i>Violaceae</i> Batsch.)	0,0	0,8	0,6	0,5	0,6	2,7	0,6	1,8
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juss.)	0,0	0,4	0,2	0,8	0,2	2,1	0,2	1,4
Прочие	1,0	1,4	1,5	4,1	3,7	1,6	2,4	2,2
Всего	47,5	36,7	23,4	47,2	33,0	34,2	29,5	38,1

При оценке засоренности агроценозов картофеля по биологическим группам определено, что группа малолетних видов являлась доминирующей с численностью 23,6–31,0 шт./м², из которых 63,2–79,7 % отнесены к классу двудольных. Численность многолетних сорняков достигала 7,1 шт./м² (таблица 3).

Таблица 3 – Засоренность посадок картофеля по биологическим группам (маршрутные обследования)

Группа сорных растений	Агроклиматические зоны						Среднее, шт./м ²	
	южная		центральная		северная			
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Малолетние, в т. ч.:	38,0	30,8	19,2	37,0	25,8	28,0	23,6	31,0
однодольные	16,0	18,0	9,3	1,8	7,5	6,1	8,7	6,3
двудольные	22,0	12,8	9,9	35,2	18,3	21,9	14,9	24,7
Многолетние, в т.ч.	9,5	5,9	4,1	10,2	7,2	6,2	5,9	7,1
однодольные	6,0	5,0	0,0	4,3	5,2	1,4	3,0	2,0
двудольные	3,5	0,9	4,1	5,9	2,0	4,8	2,9	5,1

Результаты маршрутного обследования показывают, что численность сорных растений в посадках картофеля снизилась в 1,9 раза в сравнении с данными полученными Сонкиной Н.В. (2007 г.), но все же она превышает в 1,5–2,9 раза биологический порог вредоносности (13,0–35,0 шт./м²) для однолетних двудольных и злаковых сорняков.

Заключение. Таким образом, оценка засоренности посадок картофеля в период вегетации показала, что количество сорных растений по республике остается на высоком уровне (23,4–47,5 шт./м²). Их численность превышает биологический порог вредоносности в 1,5–2,9 раза. Доминирующими видами в посадках картофеля являются из однолетних двудольных – марь белая, горец вьюнковый, из однодольных – просо куриное. Сорные растения, присутствующие в агроценозах культуры относятся к 15 семействам. В зависимости от агроклиматической зоны возделывания картофеля видовой состав сорняков изменяется с максимальным количеством (25 видов) в северной и минимальным (20 видов) в южной. В агроценозах культуры преобладает двудольный тип засорения (60,3–78,2 %).

Список литературы

1. Анцут, Т. С. Адаптивный потенциал сортов картофеля белорусской и зарубежной селекции в условиях западного региона Республики Беларусь / Т. С. Анцут, Н. А. Хох // Картофелеводство: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Т. 27. – С. 5–10.
2. Браун, Э. Э. Эффективность гербицидов в посадках картофеля / Э. Э. Браун, С. Х. Мухамбеталиев // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2011. – № 4 (32). – С. 79–81.
3. Влияние гербицидов на сеgetальный компонент и урожайность картофеля в лесостепной зоне Челябинской области / А. А. Васильев [и др.] // Защита растений. – 2022. – № 3. – С. 42–45.
4. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию: учеб. пособие для сельхоз. вузов / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М., 1977. – С. 207–216.
5. Жукова, М. И. Мониторинговые исследования засоренности картофеля в Беларуси как элемент интегрированной защиты растений / М. И. Жукова, Г. М. Середа // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней: тез. докл. междунар. науч. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К. П. Паденова, (Минск-Прилуки, 22-25 февр. 2010 г.) / Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений, Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2010. – С. 69–72.
6. Курдюкова, О. Н. Эффективность механических и интегрированных систем контроля сорняков в посадках картофеля / О. Н. Курдюкова, Е. П. Тыщук // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – Т. 32, № 3. – С. 88–91.
7. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями: науч. тр. ВАСХНИЛ / под ред. Г. С. Груздева. – М., 1980. – С. 54–67.
8. Лунева, Н. Н. Геоботанический учет засоренности посевов сельскохозяйственных культур / Н. Н. Лунева // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов / под ред.: В. А. Захаренко, И. Я. Гричанова. – М.; СПб., 2002. – С. 82–88.
9. Лунева, Н. Н. Названия основных видов сорных растений флоры России и стран СНГ / Н. Н. Лунева, И. Н. Надточий; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.: [б. и.], 2003. – 20 с.

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

11. Мисриева, Б. У. Применение гербицидов на картофеле с учетом таксономического анализа сорной флоры в агроценозах / Б. У. Мисриева, Ф. П. Цахуева, А. М. Мисриев // Вестн. соц.-пед. ин-та. – 2014. – № 4 (12). – С. 22–35.

12. Мухамбеталиев, С. Х. Урожай и качество картофеля в зависимости от различных доз и сроков внесения гербицидов в условиях Западного Казахстана / автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / С. Х. Мухамбеталиев ; Западно-Казахстанский аграр. ун-т. – Кинель, 2000 г. – 23 с.

13. Накаева, А. А. Флористический состав сорных растений посевов пропашных культур лесостепной зоны Чеченской Республики / А. А. Накаева, З. П. Оказова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4. – С. 210–214.

14. Одинцов, В. В. Фитотоксичность до- и послевсходовых системных гербицидов в посадках картофеля и их влияние на урожайность и качество клубней в условиях Московской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / В. В. Одинцов ; Рос. ун-т дружбы народов (РУДН). – М., 2004. – 24 с.

15. Отраслевой классификатор сорных растений / Л. М. Державин [и др.]; под. ред. Л. М. Державина, Н. Д. Бунто. – М.: КМУ НИНТИЖ, 1984. – 76 с.

16. Редюк, С. И. Защита картофеля от сорных растений / С. И. Редюк // Вестн. защиты растений. – 2017. – № 2 (92). – С. 54–58.

17. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск: [б. и.], 2022. – 35с.

18. Смук, В. В. Засоренность посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Ленинградской области / В. В. Смук, А. М. Шпанев // Вестн. защиты растений. – 2016. – № 2 (88). – С. 38–42.

19. Сонкина, Н. В. Система мероприятий по защите семенных посадок картофеля от сорной растительности / Н. В. Сонкина, С. В. Сорока, В. С. Терешук // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней: материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 70-летию со дня рожд. Н. И. Протасова, (г. Горки, 15-17 дек. 2003 г.) / М-во сел. хоз-ва Респ. Беларусь, Белорус. гос. с.-х. акад., Белорус. ин-т защиты растений ; редкол.: Ю. А. Миренков (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2004. – С. 96–98.

20. Сонкина, Н. В. Сорная растительность агроценозов картофеля и пути снижения ее вредности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.: 06.01.11 / Н. В. Сонкина ; Ин-т защиты растений. – Прилуки, 2007. – 22 с.

21. Фисюнов, А. В. Сорные растения: альбом-определитель / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

I.G. Volchkevich

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

MONITORING OF WEEDS IN POTATO AGROCENOSSES IN BELARUS

Annotation. The article presents the route survey results on potato plantings weed infestation in the 2021–2022 in Belarus. Information is given on the species and quantitative composition of weeds, their occurrence in the agroцenoses of culture. The dominant types of weeds and the type of clogging have been established.

Key words: potato, weed, biological group, family, occurrence, abundance.

Р.В. Корпанов

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

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕРБИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Дата поступления статьи в редакцию: 07.06.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Немкевич М.Г.

Аннотация. В статье представлены многолетние данные маршрутных обследований посевов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.), гербокритический период вредоносности для сортов люпина узколистного разных групп спелости, пороги вредоносности однолетних двудольных сорных растений и основных доминирующих видов люпинового сорного ценоза (мари белой – *Chenopodium album* L. и проса куриного – *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.). На основе показателей вредоносности предложена стратегия гербицидной защиты посевов люпина как имеющимся в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенными к применению на территории Республики Беларусь» ассортиментом гербицидов, так и перспективными гербицидами на основе десмедифама+фенмедифама, имазетапира и их комбинаций, как между собой, так и с метамитроном.

Ключевые слова: люпин, сорные растения, метамитрон, десмедифам+фенмедифам, имазетапир, гербокритический период, порог вредоносности, гербицид.

Введение. Высокопротеиновые шроты (подсолнечниковый и соевый) широко используются для производства кормов во многих странах. В результате технологического процесса экстрагирования жира из семян масличных культур органическими растворителями получают гранулированный (тостированный) или рассыпной высокопротеиновый продукт. Шроты предназначены для использования в кормовых целях путем непосредственного введения в рацион животным (с помощью смесителей-кормораздатчиков) или для производства комбикормов [1, 2]. В условиях беспрецедентных экономических санкций с целью диверсификации рисков бесперебойного поступления в республику высокобелкового сырья (соевого и подсолнечникового шротов) используемого в комбикормовой промышленности для стабильного повышения показателей продуктивности в животноводстве часть завозимых объемов шротов должна покрываться за счет производства зернобобовых культур, в т. ч. люпина в Беларуси.

Люпин – культура энерго-ресурсосбережения и биологизации земледелия [3]. Учитывая тенденции отечественного сельского хозяйства в условиях глобального потепления климата к минимализации почвообработки, стратегия защиты любой сельскохозяйственной культуры, в том числе люпина, основывается на общей системе обработки почвы принятой в хозяйстве (отвальной, безотвальной, No-till, Strip-till, Mini-till) или ее степени минимализации в севообороте. Сегодня водный режим почвы является основным лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур, а эффективность мероприятий в защите растений (в том числе гербицидных прополок) обусловлена продолжительностью воздушной и почвенной засухи. Кроме того применение глифосатсодержащих гербицидов является основным механизмом управления многолетним сорным ценозом в севообороте.

Поэтому, с целью минимизации аграрных экологических рисков применения глифосатов, стратегия управления многолетним сорным ценозом в севообороте заключается в применении глифосатов по пласту многолетних трав и под семеноводческие участки сельскохозяйственных культур, в том числе люпина узколистного.

Учитывая многолетний опыт применения глифосатсодержащих гербицидов различных концентраций (480–545 г/л) на землях несельскохозяйственного назначения без последующей механической обработки почвы в нормах 1,4–5,5 л/га наши наблюдения показывают значительное изменение ботанического состава данных территорий в последующие вегетационные сезоны. Восстановления исходного видового и количественного состава травянистой и древесно-кустарниковой растительности на опытных участках в последующие годы не наблюдается в течение 2–3 лет, плотность и ботанический состав на территориях опытных вариантов формируется в зависимости от нормы расхода глифосатсодержащего гербицида, что говорит не только о биологической эффективности в зависимости от применяемой нормы расхода глифосатсодержащего гербицида, но и имеющимся почвенном действии данных препаратов применяемых без оборота пласта. Освободившиеся экологические ниши со временем занимают наиболее агрессивные виды вейник тростниковидный, золотарник или мелколепестник канадские и др.. В этой связи важно отметить, что увеличение объемов применения минимальных технологий в севообороте влечет за собой переход рудеральной сорной растительности в сегетальную и формирует гербицидную устойчивость сорной растительности в агроэкосистемах, что потребует увеличения объемов применения глифосатов на пашне.

Таким образом, севооборот – это система управления сорным ценозом и резистентностью сорных растений, а так же механизм регулирования глифосатной нагрузки на экосистему [4].

По данным наших исследований засоренность пахотного слоя (0–20 см) в Республике Беларусь в 4,0–39,9 раз выше экономического порога вредоносности семян сорняков в почве (30–40 млн шт./га) и составляет 138,3–1396,1 млн шт./га. Среди видов семян сорных растений в пахотном слое почвы доминируют семена мари белой, широко распространены также семена звездчатки средней, торицы полевой, горца вьюнкового, фиалки полевой, пастушьей сумки и др. [5]. Как известно эффективность гербицидов почвенного действия зависит от увлажнения верхнего слоя почвы на момент обработки, качества подготовки почвы (выровненность и наличие комков диаметром более 2 см, наличия растительных остатков на поверхности почвы), а также скорости распределения действующего вещества гербицида в верхнем слое почвы (скорости создания гербицидного экрана).

В свою очередь уровень хозяйственной эффективности и степень экологизации технологии возделывания любой культуры будет зависеть:

- от запаса семян однолетних двудольных и злаковых сорняков в верхнем слое пахотного горизонта (0–10 см) и вегетативных органов размножения многолетних двудольных и злаковых сорных растений на глубине пахотного горизонта.

- от надежности и продолжительности гербицидного действия довсходовой обработки (в зависимости от водного режима почвы);

- от эффективности послевсходовой (ых) обработки (ок);

Степень биологизации технологии возделывания люпина узколистного зависит от применения таких параметров как гербокритический период и порог вредоносности сорного вида или группы сорняков.

Цель работы: Установить показатели вредоносности доминантных видов (групп) сорных растений и гербокритического периода на основе данных мониторинга засоренности с целью гербицидного управления засоренностью в агроэкосистеме люпина узколистного.

Методика исследований. Изучение видового состава сорных растений в агроценозах люпина узколистного в Беларуси проводили путем маршрутных обследований с учетом агроклиматических зон республики (по Смяну Н.И., 1989) [6] (Северной, Центральной и Южной) по общепринятой методике [7]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам определяли по определителям [8, 9]. Обследования посевов осуществляли за 1–3 недели до уборки люпина. На каждом поле по диагонали путем наложения учетных рамок 0,25 м² в посевах площадью до 50 га – 10 штук, от 50 до 100 га – 15, определяли видовой состав сорняков, их численность и встречаемость [10].

Исследования по определению порогов вредоносности однолетних двудольных сорных растений проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки) в посевах люпина узколистного (2011–2013 гг.) раннеспелого сорта Першацвет

и среднеспелого – Миртан по общепринятой методике (метод постоянных площадок) [11]. Агротехника возделывания культуры была общепринятой для республики. Площадь опытной делянки – 3 м², учетная – 1 м², повторность опыта шестикратная, расположение делянок последовательное. Для расчета биологического порога вредоносности сорняков использовали метод учета соотношения урожая и уровня засоренности посевов люпина. На учетных площадках создавали необходимую плотность сорных растений (0; 5; 10; и 20 штук/м²) путем удаления лишних в соотношении: 70 % – сорняки верхнего яруса (марь белая – *Chenopodium album* L., ромашка непахучая – *Matricaria inodora* L., виды горца – *Polygonum* spp.) и 30% – сорняки среднего яруса (пастушья сумка – *Capsella bursa-pastoris* L., ярутка полевая – *Thlaspi arvense* L., фиалка полевая – *Viola arvensis* L.). Сформированное количество сорных растений поддерживалось на протяжении всего периода вегетации люпина. При определении порога вредоносности мари белой и проса куриного (2014–2016 гг.) на учетных площадках создавали необходимую плотность *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. в посевах сорта Першачвет и *Chenopodium album* L. в посевах сорта Миртан (0; 5; 10; 15 и 20 штук) путем удаления лишних растений. Сформированное количество сорняков поддерживали на протяжении всего периода вегетации люпина. Перед уборкой урожая сорняки вырывали и взвешивали. Уборку урожая проводили поделяночно вручную. Данные учета урожая обработаны методом дисперсионного анализа [12].

Исследования по определению гербокритического периода вредоносности сорняков (2011–2013 гг.) проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки) в посевах люпина узколистного раннеспелого сорта Першачвет и среднеспелого – Миртан по общепринятой методике (метод постоянных площадок) [13]. Площадь опытной делянки – 3 м², учетная – 1 м², повторность опыта шестикратная, расположение делянок последовательное. Сроки удаления сорняков были приурочены к фенофазам люпина: в фазе 2–4 листьев, 4–6 листьев, 6–8 листьев, бутонизации – цветения. Схема опыта включала так же посевы, засоренные и свободные от сорняков весь период вегетации. Критический период вредоносности сорняков определяли путем сравнения достоверности снижения урожайности люпина в вариантах с различной продолжительностью совместной вегетации с сорняками к контролю с ручной прополкой.

Результаты исследований и их обсуждение. Важным звеном прогноза видового распространения и управления засоренностью в севообороте является мониторинг видового состава в предуборочный период.

Мониторинг засоренности (2011–2013 гг.) посевов люпина узколистного в хозяйствах республики позволил выявить 38–43 сорных вида. Люпиновый сорный ценоз был представлен однолетними и многолетними видами из класса однодольных и двудольных сорных

растений. Среди однолетних двудольных доминировали марь белая (2,3–16,2 шт./м²), фиалка полевая (1,5–10,6), виды горца (5,8–6,3), звездчатка средняя (1,1–1,7 шт./м²) и др.. Многолетние двудольные представлены видами осота (2,1–2,8 шт./м²), полынью обыкновенной (0,5–1,1), одуванчиком лекарственным (0,1–1,0) и дремой белой (1,2–1,6). Из однолетних злаковых в посевах люпина произрастали просо куриное (1,8–6,0) и виды щетинника (0,3–3,7), многолетние злаковые представлены пыреем ползучим (8,0–14,2 шт./м²). Общая засоренность посевов люпина составляла 39,1–65,5 шт./м² (таблица 1) [14].

Таблица 1 – Засоренность посевов люпина узколистного в хозяйствах республики перед уборкой урожая (маршрутные обследования)

Виды сорных растений	Численность сорных растений, шт./м ²		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Щетинник (виды) – <i>Setaria</i> spp.	3,7	0,3	1,1
Просо куриное – <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	1,8	6,0	2,4
Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	10,3	8,0	14,2
Всего однодольных	16,1	14,4	18,5
Марь белая – <i>Chenopodium album</i> L.	16,2	4,7	2,3
Фиалка полевая – <i>Viola arvensis</i> Murr.	10,6	2,7	1,5
Горец (виды) – <i>Polygonum</i> spp.	5,8	5,8	6,3
Звездчатка средняя – <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,7	1,4	1,1
Пастушья сумка – <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	1,1	0,1	0,4
Ромашка непахучая – <i>Matricaria inodora</i> L.	1,1	0,3	0,7
Василек синий – <i>Centaurea cyanus</i> L.	0,5	0,3	0,1
Осот (виды) – <i>Sonchus</i> spp.	2,8	2,1	2,7
Дрема белая – <i>Melandrium album</i> (Mil).	1,2	1,4	1,6
Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	1,0	0,1	0,3
Полынь обыкновенная – <i>Artemisia vulgaris</i> L.	1,1	1,0	0,5
Падалица рапса – <i>Brassica napus</i>	1,0	1,0	0,3
Всего двудольных	49,4	24,7	24,8
Всех сорных растений	65,5	39,1	43,3

На основании маршрутных обследований посевов люпина узколистного в 2011–2013 гг. установлен преимущественно однолетний двудольный тип засорения (доминировали марь белая, виды горца, фиалка полевая и др.), что явилось основанием для проведения исследований по определению биологического порога вредоносности однолетних двудольных сорных растений в его посевах. Биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах люпина узколистного составляет 5–11 шт./м² в зависимости от погодных условий (5 – в засушливых погодных условиях, 11 – во влажных и близких к средним многолетним), при котором необходимо применение гербицидов (таблица 2) [15].

Таблица 2 – Влияние степени засоренности на урожайность люпина узколистного (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорняков, шт./м ²	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
<i>Сорт Першацвет</i>									
0	30,5	–	–	24,6	–	–	31,8	–	–
5	28,5	2,0	6,6	20,3	4,3	17,5	28,8	3,0	9,4
10	25,3	5,2	17,0	16,7	7,9	32,1	25,9	5,9	18,6
20	22,5	8,0	26,2	14,7	9,9	40,2	23,1	8,7	27,4
Естественное засорение: 2011 г. – 133; 2012 г. – 100; 2013 г. – 134;	2,7	27,8	91,1	10,7	13,9	56,5	12,5	19,3	60,7
НСР ₀₅	5,3			4,4			6,2		
Порог вредоносности	10,2 шт./м ²			5,1 шт./м ²			10,5 шт./м ²		
<i>Сорт Миртан</i>									
0	29,1	–	–	25,8	–	–	24,9	–	–
5	26,3	2,8	9,6	23,8	2,0	7,8	22,4	2,5	10,0
10	25,4	3,7	12,7	22,9	2,9	11,2	20,9	4,0	16,1
20	24,1	5,0	17,2	21,0	4,8	18,6	18,8	6,1	24,5
Естественное засорение: 2011 г. – 153; 2012 г. – 59; 2013 – 114;	3,4	25,7	88,3	16,2	9,6	37,2	13,9	11,0	44,2
НСР ₀₅	3,6			2,7			4,0		
Порог вредоносности	9,7 шт./м ²			9,3 шт./м ²			10,0 шт./м ²		

В зависимости от скороспелости сорта установленный порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений (2011–2013 гг.) составил в посевах сорта Першацвет 5–11 шт./м² и в посевах сорта Миртан – 9–10 шт./м². Важно отметить более высокую конкурентоспособность среднеспелого сорта Миртан с обычным диким типом ветвления, не зависимо от погодных условий, по сравнению с раннеспелым сортом Першацвет с колосовидным типом ветвления [15].

В 2014–2016 гг. в посевах люпина узколистного произрастало 16–45 видов сорных растений. Среди однолетних двудольных доминировали марь белая – 3,2–17,9 шт./м²; виды горца – 3,9–9,6; звездчатка средняя – 0,4–4,0; фиалка полевая – 0–7,5 шт./м² и др.. Следует отметить расширение видового состава доминантных видов сорняков в 2015 г.

за счет пастушьей сумки – 5,5 и ромашки непахучей – 3,4 шт./м². Многолетние двудольные представлены видами осота – 0,3–2,1; дремой белой – 1,4–2,8; хвощом полевым – 0–1,2 и полынью обыкновенной – 0,2–1,1 шт./м². Из однолетних злаковых в посевах люпина произрастали просо куриное – 1,2–11,0 шт./м². Многолетние злаковые представлены пыреем ползучим – 5,7–10,6 шт./м². В виду засушливых погодных условий на некоторых полях их численность достигала до 125 и 56 шт./м² соответственно. Вызывает настороженность появление в 2015–2016 гг. в люпиновом сорном ценозе овсюга обыкновенного – 0,2–0,9 шт./м² (на отдельных полях в 2015 г. его численность доходила до 5,0 шт./м²) и паслена черного – 0,4–1,4 шт./м². В посевах люпина, предшествующем которым являлся рапс, отмечена высокая засоренность падалицей рапса – 25,3 шт./м². Общая засоренность посевов люпина составляла 26,8–84,4 шт./м², при пороге вредоносности однолетних двудольных сорняков 5–11 шт./м² (таблица 3) [16].

Таблица 3 – Засоренность посевов люпина узколистного в хозяйствах республики перед уборкой урожая (маршрутные обследования)

Виды сорных растений	Численность сорных растений, шт./м ²		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Просо куриное – <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	1,2	11,0	5,6
Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	5,9	10,6	5,7
Щетинник (виды) – <i>Setaria spp.</i>	0	0,9	0,3
Овсюг обыкновенный – <i>Avena fatua</i> L.	0	0,9	0,2
Всего однодольных	7,1	23,5	12,0
Марь белая – <i>Chenopodium album</i> (L.)	3,2	17,9	11,1
Горец (виды) – <i>Polygonum spp.</i>	4,8	3,9	9,6
Звездчатка средняя – <i>Stellaria media</i> (L.)	4,0	3,6	0,4
Фиалка полевая – <i>Viola arvensis</i> Murr.	0	7,5	5,1
Пастушья сумка – <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	0	5,5	0,4
Ромашка непахучая – <i>Matricaria inodora</i> .	0	3,4	0,4
Паслен черный – <i>Solanum nigrum</i> (L.)	0,8	0,4	1,4
Пикульник обыкновенный – <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	0,5	1,1	0,3
Подмаренник цепкий – <i>Galium aparine</i> L.	0,5	0,3	0,3
Осот (виды) – <i>Sonchus spp.</i>	2,1	1,7	0,3
Дрема белая – <i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	1,4	2,8	2,5
Вьюнок полевой – <i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,3	0	0,2
Полынь обыкновенная – <i>Artemisia vulgaris</i> L.	0,2	1,1	0,5
Хвощ полевой – <i>Equisetum arvense</i> L.	1,2	0,2	0
Падалица рапса – <i>Brasica napus</i>	0,7	2,5	0,8
Всего двудольных	19,7	60,9	37,5
Всех сорных растений	26,8	84,4	49,5

Сложившаяся засоренность указывает нам на ошибки с размещением люпина в севообороте, что вызывает необходимость оптимизации применения до- и послевсходовых гербицидов. Наличие в посевах люпина многолетних сорных растений, требует корректного применения глифосатов в севообороте с учетом видового состава многолетнего сорного ценоза и биоэкологических рисков их применения.

В связи с изменением доминирования основных видов сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур с течением времени есть необходимость проведения исследований по определению порога вредоносности конкретного вида. В условиях вегетационных периодов 2011–2016 гг. установлено, что доминантными видами люпинового агроценоза являлись мари белая и просо куриное. Пороги вредоносности данных видов, при которых происходит достоверное снижение урожайности люпина узколистного и посевы нуждаются в прополке составляют для мари белой – 5,5–9,4 шт./м² и проса куриного – 8,2–14,9 шт./м² (таблицы 4 и 5) [17].

Установлено негативное влияние мари белой и проса куриного (при одновидовом типе засорения) на урожайность люпина узколистного и подтверждена закономерность – чем больше сорняков произрастает в посевах, тем большую массу они формируют.

Таблица 4 – Влияние степени засоренности люпина узколистного просом куриным на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорняков, шт./м ²	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
0	35,1	–	–	21,8	–	–	17,5	–	–
5	34,5	0,6	1,7	18,9	2,9	13,3	16,4	1,1	6,3
10	30,8	4,3	12,3	18,1	3,7	17,0	14,7	2,8	16,0
15	25,8	9,3	26,5	17,7	4,1	18,8	14,6	2,9	16,6
20	21,0	14,1	40,2	15,8	6,0	27,5	13,8	3,7	21,1
Естественное засорение: 2014 г. – 326; 2015 г. – 760; 2016 г. – 53;	13,9	21,2	60,4	13,4	8,4	38,5	11,5	6,0	34,3
НСР ₀₅	6,4			3,7			2,3		
Порог вредоносности	14,9 шт./м ²			10,0 шт./м ²			8,2 шт./м ²		

Вредоносность сорных растений определяется также фазой развития и чувствительностью к ним культурных растений. Отрицательное влияние сорняков на урожай люпина узколистного проявляется в разной степени

в различные периоды роста и развития культуры. Знание гербокритического периода вредоносности позволяет своевременно проводить мероприятия по борьбе с сорняками или повышать конкурентоспособность путем интенсификации технологии возделывания культуры с учетом особенностей сорта.

Таблица 5 – Влияние степени засоренности люпина узколистного марью белой на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорняков, шт./м ²	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая		Урожайность, ц/га	Потери урожая	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
0	50,6	–	–	18,0	–	–	21,1	–	–
5	48,2	2,4	4,7	16,6	1,4	7,8	19,7	1,4	6,6
10	45,6	5,0	9,9	12,0	6,0	33,3	15,9	5,2	24,6
15	37,4	13,2	26,1	9,7	8,3	46,1	14,5	6,6	31,3
20	31,4	19,2	37,9	6,9	11,1	61,7	14,3	6,8	32,2
Естественное засорение: 2014 г. – 64; 2015 г. – 266; 2016 г. – 54;	26,0	24,6	48,6	5,3	12,7	70,6	12,8	8,3	39,3
НСР ₀₅	4,7			1,5			4,5		
Порог вредоносности	9,4 шт./м ²			5,5 шт./м ²			8,7 шт./м ²		

В посевах свободных от сорняков с фазы 2–4 листьев (продолжительность совместной вегетации культуры с сорными растениями – 6–9 дней) урожайность сорта Першцацвет снизилась на 1,8–2,8 ц/га и сорта Миртан – на 0,4–0,7 ц/га, с фазы 4–6 листьев (12–15 дней совместной вегетации) – на 3,7–5,5 и 0,6–2,4 ц/га, при удалении сорняков в фазе 6–8 листьев (16–20 дней) – на 4,0–6,7 и 2,3–2,9 ц/га, в фазе бутонизации-цветения (26–29 дней) – на 7,9 и 7,8 ц/га, а в посевах засоренных весь сезон (68–73 дней совместной вегетации) получена минимальная урожайность зерна на сорте Першцацвет – 3,6–14,7 ц/га и на сорте Миртан – 3,5–14,5 ц/га. Следовательно, чем продолжительнее совместная вегетация люпина узколистного с сорняками, тем выше потери урожая. В основе снижения урожайности находится уменьшение показателей структуры урожая.

Требованиям современных технологий возделывания люпина наиболее полно отвечает система защиты посевов, которая обеспечивает своевременный и надежный контроль сорняков на ранних этапах развития культуры. Основной ущерб урожаю люпина узколистного сорные

растения наносят до фазы 6–8 листьев – ветвление. Гербокритический период вредоносности сорных растений в посевах люпина колеблется между фазой полных всходов и ветвления культуры и составил для сорта Першацвет – 16–21 дней, для сорта Миртан – 21–24 дня совместной вегетации (таблица 6) [18].

Таблица 6 – Влияние продолжительности совместной вегетации сорных растений и люпина узколистного на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорняков, шт./м ²	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	Дни совместной вегетации	Урожайность, ц/га	Снижение урожайности, ц/га	Дни совместной вегетации	Урожайность, ц/га	Снижение урожайности, ц/га	Дни совместной вегетации	Урожайность, ц/га	Снижение урожайности, ц/га
<i>Сорт Першацвет</i>									
Посевы свободные от сорняков: весь период вегетации*	–	31,1	–	–	32,1	–	–	36,9	–
с фазы 2–4 листьев	6	28,3	2,8	9	30,3	1,8	9	34,9	2,0
с фазы 4–6 листьев	15	25,6	5,5	13	28,4	3,7	12	33,0	3,9
с фазы 6–8 листьев	20	24,7	6,4	20	28,1	4,0	16	30,2	6,7
с фазы бутонизации-цветения	26	23,2	7,9	29	23,4	8,7	29	27,8	9,1
Посевы засорены весь сезон	68	3,6	27,5	69	14,7	17,4	73	12,0	24,9
НСР ₀₅	6,5			4,1			5,1		
Критический период вредоносности	20 дней			21 день			16 дней		
<i>Сорт Миртан</i>									
Посевы свободные от сорняков: весь период вегетации*	–	22,7	–	–	22,3	–	0	31,5	–
с фазы 2-4 листьев	6	22,0	0,7	8	21,9	0,4	9	31,0	0,5
с фазы 4-6 листьев	15	21,6	1,1	12	19,9	2,4	12	30,9	0,6
с фазы 6-8 листьев	20	20,4	2,3	19	19,4	2,9	16	29,2	2,3
с фазы бутонизации-цветения	26	14,9	7,8	28	17,6	4,7	29	26,7	4,8
Посевы засорены весь сезон	68	3,5	19,2	71	14,5	7,8	73	11,7	19,8
НСР ₀₅	6,3			3,4			4,0		
Критический период вредоносности	21 день			22 дня			24 дня		

* Ручная прополка.

Так как основной ущерб сорные растения наносят в ранние фазы роста и развития люпина узколистного, поэтому в посевах данной культуры важнейшее значение будут иметь до- и послевсходовые гербициды, применяемые в ранние сроки вегетации культуры. Следует отметить значительную чувствительность к сроку прополки раннеспелого сорта Першацвет по сравнению со среднеспелым сортом Миртан. Поэтому в посевах раннеспелых сортов люпина предпочтительнее применение довсходовых гербицидов (при условии достаточного увлажнения почвы). В посевах среднеспелых и позднеспелых сортов люпина установленный критический период вредоносности позволит подобрать сроки прополки (до- или после всходов или их комбинацию) в зависимости от складывающихся погодных условий и видового состава сорных растений [18] с учетом регламентов защиты люпина узколистного установленными «Государственным реестром средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению в Республике Беларусь».

При достаточном увлажнении почвы против однолетних двудольных и злаковых сорных растений преимущество следует отдать довсходовым гербицидам на основе следующих действующих веществ:

С-металлохлор + тербутилазин: Гардо Голд, КС (2,0–2,5 л/га), Камелот, КЭ (2,0–2,5 л/га), Экстракорн, СЭ (2,0–2,5 л/га);

изопротурон + дифлюфеникан: Гром, КС (0,75–1,0 л/га); Куница, КС (0,75–1,0 л/га);

имазетапир: Тапир, ВК (0,5–0,75 л/га);

имазамокс: Глобал, ВР (0,75–1,0 л/га), Парадокс, ВРК (0,35 л/га), Пульсар, ВР (0,75–1,0 л/га);

метрибузин: Лазурит Ультра, СК (0,35–0,6 л/га).

прометрин: Бриг, КС (3,0–5,0 л/га); Гамбит, СК (3,0–5,0 л/га); Гезагارد, КС (3,0–5,0 л/га); Прометрекс ФЛЮ, 50 % к.с. (3,0 л/га) [19].

В годы с дефицитом почвенной влаги в виду сложившегося сложного типа засорения люпина узколистного, для контроля чистоты посевов в гербокритический период культуры (до фазы ветвления), требуется планировать систему послевсходовых опрыскиваний гербицидом бетанальной группы (Бифор, КЭ) или метамитронсодержащими препаратами (Лавина, КС; Митрон, КС; Пилот, ВСК), а также баковыми смесями на их основе (например Бифор, КЭ – 1,5 л/га + Митрон, КС – 1,5 л/га), применяемыми в ранние сроки вегетации культуры (не позднее 2–4 листьев) и сорняков. [14]. При довсходовом применении гербицидов почвенного действия в неблагоприятных условиях препятствующих полной активации внесенного действующего (их) вещества (в) (воздушная и почвенная засуха, среднесуточная температура менее 15 °С) необходимо применять страховую (ые) прополку (и) не позднее фазы 2–4 листа вышеуказанными препаратами ростового действия или их баковыми смесями. Применение страховой прополки позже 4-х

листьев приводит к угнетению растений люпина и частичной потере листового аппарата.

В засушливых погодных условиях также представляет практический интерес применение перспективного в посевах люпина гербицида Тапир, ВК (0,5 л/га), как отдельно, так и в составе баковых смесей: Тапир, ВК (0,5 л/га) + Митрон, КС (1,5 л/га); Тапир, ВК (0,5 л/га) + Митрон, КС (2,0 л/га) и Тапир, ВК (0,5 л/га) + Бифор, КЭ (1,5 л/га) [14].

Тактика применения метамитронсодержащих гербицидов зависит от погодных условий, так во влажных погодных условиях гербициды Митрон, КС и Лавина, КС (2,0–3,0 л/га), Пилот, ВСК (2,0 л/га) лучше всего применять при максимальном появлении всходов сорняков. Последовательное внесение Митрона, КС (1,5 → 1,5 л/га) предпочтительнее в засушливых погодных условиях с растянутым периодом всходов сорняков (последовательное внесение Лавины, КС (1,5 → 1,5 л/га) не зарегистрировано). В посевах с высокой численностью падалицы рапса, при использовании метамитронсодержащих гербицидов, важно не упустить чувствительные фазы сорняка (не позднее 2-х листьев) [14, 21, 22].

В условиях изменяющегося климата в посевах люпина узколистного отмечается нарастание распространения и численности овсяга обыкновенного (*Avena fatua* L.), проса куриного (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), щетинника сизого (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), щетинника зеленого (*S. viridis* (L.) Beauv.) и мятлика однолетнего (*Poa annua* L.). Для контроля данных видов однолетних злаковых сорняков (в фазе 2–4 листьев) и пырея ползучего (при высоте 10–15 см) в посевах люпина узколистного применяются граминициды следующих действующих веществ [4]:

хизалофоп-П-этил: Агросан, КЭ (51,6 г/л) – 1,0–2,0 л/га, Таргет Супер, КЭ (51,6 г/л) – 1,0–2,0 л/га, Миура, КЭ (125 г/л) – 0,4–0,8 л/га, Форвард, МКЭ (60 г/л) – 0,6–1,8 л/га, Химера, КЭ (125 г/л) – 0,4–1,0 л/га;
квизалофоп-П-этил: Леопард, КЭ (50 г/л) – 1,0–2,0 л/га;
квизалофоп-П-тефурил: Пантера, КЭ (40 г/л) – 0,75–1,5 л/га;
пропаквизафоп: Шогун, КЭ (100 г/л) – 0,5–1,5 л/га [19].

Заключение. Таким образом, мониторинг засоренности (маршрутное обследование посевов сельскохозяйственных культур) является основой стратегии управления сорным ценозом аграрных экосистем, в том числе люпинового поля или севооборота в целом.

Стратегия управления многолетним сорным ценозом в севообороте заключается в применении глифосатов по пласту многолетних трав и под семеноводческие участки сельскохозяйственных культур, в том числе люпина узколистного.

Тактика проведения защитных мероприятий в посевах люпина узколистного зависит от количественного и качественного состава сорного ценоза, обеспеченности сельхозпроизводителя современным ассортиментом гербицидов широкого спектра действия и складывающихся погодных условий.

Пороги вредоносности доминантных видов (групп) сорных растений в гербокритический период культуры (на примере люпина узколистного) являются основными агроэкологическими инструментами (принципами) регулирования засоренности посевов сельскохозяйственных культур в защите растений и условиях глобального потепления климата.

Список литературы

1. Мировой рынок подсолнечного шрота 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/mirovoj-gynok-podsolnechnogo-shrota-2022.html> – Дата доступа: 18.04.2023.
2. Жмых и шрот – в чем разница? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vetandlife.ru/rosselfkhoznadzor/zhmykh-i-shrot-v-chem-raznitsa/> – Дата доступа: 18.04.2023.
3. Привалов, Ф. И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф. И. Привалов, В. Ч. Шор // Весці нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 2. – С. 47–53.
4. Корпанов, Р. Соя и люпин: стратегии прополки / Р. Корпанов // Агротайм. – 2022. – № 3. – С. 33–39.
5. Засоренность почвы семенами сорных растений в Беларуси / С. В. Сорока [и др.] // Збірник наукових праць: матеріалі 8-мої наук.-теор. конф., Київ, 16-17 березня 2012 р. / НААН Україні, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків; редкол.: О. О. Іващенко [та ін.]. – Київ, 2012. – Спецвип.: Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посевах сільськогосподарських культур. – С. 212–216.
6. Оценка плодородия почв Белоруссии / Н. И. Смян [и др.]; под ред. Н. И. Смяна. – Минск: Ураджай, 1989. – 359 с.
7. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.
8. Симонович, Л. г. Краткий определитель сорных растений Белоруссии / Л. г. Симонович, В. А. Михайловская, Н. В. Козловская. – Минск: Наука и техника, 1978. – 232 с.
9. Фисюнов, А. В. Сорные растения: Альбом-определитель / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.
10. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Акт. вопросы б-бы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 54–67.
11. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВАСХНИЛ, ВНИИЗР; сост. А. В. Воеводин. – Л., 1973. – 19 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.
13. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / Подгот. г. С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 22 с.
14. Корпанов, Р. В. Биологическая активность послевсходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного / Р. В. Корпанов, С. В. Сорока, Л. И. Сорока // 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, 2016. – Вып. 40. – С. 52–69.
15. Корпанов, Р. В. Пороги вредоносности однолетних двудольных сорняков как основа рационального применения гербицидов в посевах люпина узколистного / Р. В. Корпанов // 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, 2019. – Вып. 43. – С. 40–49.
16. Корпанов, Р. В. Засоренность посевов люпина узколистного в Беларуси / Р. В. Корпанов, Л. И. Сорока // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб.

науч. статей по материалам XX междунар. науч.-практ. конф.: Агрономия. Защита растений (Гродно, 26 мая, 24 марта, 21 марта 2017 г.) / ГГАУ. – Гродно, 2017. – С. 308-311.

17. Korpanov, R. V. Thresholds of *Chenopodium album* L. and *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. in blue lupine crops in Belarus / R. V. Korpanov // 59. Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roslin: streszczenia, Poznan, 12-14 lut. 2019. – Poznan, 2019. – S. 135.

18. Корпанов Р. В. Гербокритический период вредоносности как основа сроков применения гербицидов в посевах люпина узколистного / Р. В. Корпанов // 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. 39–49.

19. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/teestr> – Дата доступа: 11.05.2023.

20. Корпанов, Р. В. Особенности химической прополки люпина узколистного в Беларуси / Р. В. Корпанов, С. В. Сорока, Л. И. Сорока // Современные проблемы гербологии и оздоровления почв (21 – 23 июня 2016 г.): материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рожд. Д.И. Чканикова / Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – Большие Вяземы, 2016. – С. 70–75.

21. Корпанов, Р. В. Люпин: стратегия прополки / Р. В. Корпанов, С. В. Сорока, Л. И. Сорока // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2016. – № 17. – С. 48–50, 52.

22. Корпанов, Р. В. Тактика применения метамитронсодержащих гербицидов в посевах люпина узколистного / Р. В. Корпанов // Сорные растения и пути ограничения их вредоносности : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. памяти Н.И. Протасова и К.П. Паденова, Минск–Прилуки , 30 июня – 3 июля 2015 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол. : Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 91–95 .

23. Корпанов, Р. В. Стратегия прополки люпина: глифосаты в помощь агротехнике / Р. В. Корпанов // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2020. – № 7. – С. 38, 40, 42–44.

R. V. Korpanov

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

AGROECOLOGICAL FEATURES OF HERBICIDE PROTECTION OF LUPIN CROPS

Annotation. The article presents long-term data of route surveys of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) crops, herbocritical period of damage for narrow-leaved lupine varieties of different ripeness groups, thresholds of harmfulness of annual dicotyledonous weeds and the main dominant species of lupine weed cenosis (white mari – *Chenopodium album*. L. and cockspur – *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.). Based on the indicators of harmfulness, a strategy for herbicide protection of lupine crops is proposed both with the range of herbicides available in the “State Register of Plant Protection Products and Fertilizers approved for use on the territory of the Republic of Belarus” and based on desmedifam+phenmedifam, imazethapyr and their combinations, both between itself, and with metamiltron.

Key words: lupine, weeds, metamiltron, desmedifam+phenmedifam, imazethapyr, herbocritical period, threshold of damage, herbicide.

А.С. Пестерева, Л.И. Сорока, И.Ю. Петровец
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КОНТРОЛЬ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ГЕРБИЦИДОМ НА ОСНОВЕ ФЛОРАСУЛАМА И СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИННОЙ ГРУППЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 31.05.2023

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

Аннотация. Установлено, что как в посевах пшеницы озимой, так и яровой применение гербицида на основе трибенурон-метила, флорасулама и метсульфурон-метила вызывало полную гибель василька синего, звездчатки средней, подмаренника цепкого, мари белой (100 %); численность падалицы рапса, трехреберника непахучего, пастушьей сумки снижалась на 80,0–100 %. В посевах пшеницы озимой эффективность против двудольных видов сорных растений составила 76,7–93,1 %, пшеницы яровой – 92,0–95,8 %, что способствовало сохранению урожая культур на 12,4–12,9 %.

Ключевые слова: гербицид, флорасулам, трибенурон-метил, метсульфурон-метил, пшеница озимая, пшеница яровая, сорные растения, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Одним из постоянно действующих отрицательных факторов, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур, является сорная растительность. Ежегодные потери урожая пшеницы в мире от сорных растений составляют 17–30 %. В настоящее время наиболее эффективным и востребованным способом защиты культурных растений от сорной растительности является химический метод, основанный на применении различных гербицидов [1]. В «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты посевов пшеницы озимой от сорных растений зарегистрировано 112 гербицидов, которые производятся на основе 37 действующих веществ, в посевах пшеницы яровой – 78 гербицидов, на основе 32 д.в., которые включают как однокомпонентные, так и комбинированные продукты.

Так как в настоящее время в агроценозах пшеницы часто произрастают сорные растения из разных биологических групп, повышается применение комбинированных гербицидов, в том числе содержащих флорасулам в сочетании с действующими веществами из других классов химических соединений [2, 3]. Применение комбинированных

препаратов позволяет снизить экологическую нагрузку, так как уменьшаются нормы применения отдельных действующих веществ, расширить спектр действия на виды сорных растений, повысить селективность действия отдельных компонентов на культуру и расширить сроки безопасного для культур применения [4].

Флорасулам – послевсходовый гербицид из химического класса триазолопиримидинов. Это системный гербицид, который нарушает процессы роста сорных растений, приводя их к гибели в течение 2-8 недель после применения. К достоинствам данного действующего вещества можно отнести следующие: является малоопасным веществом для теплокровных животных, не обладает персистентностью в почвах и не имеет отрицательного воздействия на последующие культуры. Он характеризуется высокой селективностью по отношению к зерновым культурам и широким спектром действия в отношении видов двудольных сорных растений, высокой эффективностью против таких сорняков, как подмаренник цепкий, виды крестоцветных, ромашки, осота, бодяка и др. [5]. Флорасулам является действующим веществом многих гербицидов, используемых для защиты посевов зерновых культур, таких как Балерина, СЭ; Бомба, ВДГ; Пиксель, МД; Ксиор, КС; Унико, ККР и др.

Гербициды из класса сульфонилмочевин имеют низкую норму расхода, активность при температуре 5–10 °С, широкий спектр действия и диапазон сроков внесения, благоприятные токсикологические, экологические и экономические данные. Так, для защиты посевов пшеницы и ячменя от бодяка полевого, щирицы запрокинутой, дымянки лекарственной и др. сорных растений перспективны гербициды на основе метсульфурон-метила. Препараты на основе трибенурон-метила хорошо подавляют бодяк щетинистый и осот полевой при обработке их в фазу розетки. Производные сульфонилмочевин применяются как в чистом виде, так и в смеси с другими действующими веществами [6].

Целью наших исследований являлось изучение эффективности в посевах пшеницы озимой и яровой нового комбинированного гербицида на основе 3-х действующих веществ – трибенурон-метила, флорасулама и метсульфурон-метила.

Методика проведения исследований. Маршрутные обследования проводили в 2018–2020 гг. согласно общепринятым методикам. Исследования по оценке биологической и хозяйственной эффективности гербицидов проводили в 2021 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах пшеницы озимой сорта Элегия и пшеницы яровой сорта Дарья в соответствии с «Методическими указаниями...» [7].

Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами осуществляли в соответствии с интенсивной тех-

нологией возделывания культур. Площадь опытной делянки – 18 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Гербицид Тропинг 700, ВДГ (трибенурон-метил, 400 г/кг + флорасулам, 165 г/кг + метсульфурон-метил, 135 г/кг) + ПАВ Ассистент+ вносили опрыскивателем «Euro Pulve» с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га в фазе кущения пшеницы озимой (весной) и яровой. В качестве эталона применяли гербицид Бомба, ВДГ (трибенурон-метил, 563 г/кг + флорасулам, 187 г/кг) + ПАВ Адьо, Ж. Учеты засоренности проводили до внесения гербицидов (исходная засоренность) и через месяц после применения препаратов (количественно-весовой). Наименования сорных растений определяли согласно ботанической номенклатуре [8]. Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием. При обработке результатов исследований использовали программы Excel, Oda.

Результаты исследований. При проведении маршрутных обследований посевов пшеницы озимой и яровой на засоренность перед уборкой урожая в условиях 2018–2020 гг. было отмечено, что в агроценозах культур доминируют двудольные сорные растения. В посевах пшеницы озимой чаще встречались василек синий, мелкопестник канадский, подмаренник цепкий, трехреберник непахучий; в посевах яровой пшеницы – аистник цикутный, звездчатка средняя, марь белая. Во всех посевах активно произрастали виды горца, вероника полевая, незабудка полевая, фиалка полевая и др. Отмечается наличие многолетних растений – бодяка полевого и осота полевого (таблица 1).

Поскольку в сорных ценозах преобладают однолетние и многолетние двудольные сорные растения, нашей целью являлась оценка биологической и хозяйственной эффективности в посевах двух культур – пшеницы озимой и яровой нового комбинированного гербицида, в состав которого включены три действующих вещества различных химических групп – трибенурон-метил + флорасулам + метсульфурон-метил. С нашей точки зрения, данная комбинация должна активно подавлять многолетние виды.

В посевах пшеницы озимой весной до внесения гербицидов произрастали следующие виды сорных растений: василек синий (*Centaurea cyanus* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill. s. l.), падалица рапса (*Brassica napus* ssp. *oleifera* Metzg.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), из многолетних двудольных – осот полевой (*Sonchus arvensis* L.). Численность всех однолетних двудольных сорных растений составила 87,5–91,0 шт/м², многолетних двудольных – 4,0–5,5 шт/м².

Таблица 1 – Видовой и количественный состав двудольных сорных растений в посевах пшеницы озимой и яровой в Беларуси перед уборкой урожая (маршрутные обследования)

Вид сорного растения	Численность сорных растений в годы обследований, шт/м ²					
	Пшеница озимая			Пшеница яровая		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Аистник цикутный (<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.)	0,1	0	1,3	0,2	1,8	0,5
Василек синий (<i>Centaurea cyanus</i> (L.))	1,0	0,6	0,3	0,5	0,1	0,6
Вероника полевая (<i>Veronica arvensis</i> L.)	0,8	0,3	2,0	0,4	0,7	0,4
Горец (виды)	1,8	2,3	3,2	1,5	3,1	2,5
Дрема белая (<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke)	0,6	0,4	2,6	0,9	1,5	1,8
Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> (L.))	0,2	0	0,5	0,4	0,6	1,6
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	1,1	3,2	0,9	2,2	5,9	0,9
Мелколепестник канадский (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0
Незабудка полевая (<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1
Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i> L.)	0	1,1	2,3	1,8	0,1	0,6
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> (L.))	0,6	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2
Трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.)	1,2	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	3,0	3,1	4,8	3,8	5,6	4,8
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> (L.))	1,0	0,8	1,0	1,3	0,5	1,7
Всех двудольных	13,6	17,3	23,1	16,9	23,6	17,7

Оценка эффективности гербицида Тропинг 700, ВДГ через месяц после применения показала его достаточно высокую биологическую эффективность против малолетних двудольных сорных растений: василька синего, звездчатки средней, падалицы рапса, подмаренника цепкого (100 %), пастушьей сумки, трехреберника непахучего (80,0–88,5 %). Эффективность против фиалки полевой была несколько ниже и составила в варианте с применением гербицида Тропинг 700, ВДГ 58,3 % по численности сорного растения и 78,6 % – по вегетативной массе (таблица 2).

Под действием гербицида Тропинг 700, ВДГ численность осота полевого снизилась на 84,6 %, его вегетативная масса – на 93,2 %. Засоренность посевов пшеницы озимой двудольными сорными растениями уменьшилась на 76,7 % – по численности и на 93,1 % – по массе. Биологическая эффективность изучаемого гербицида находилась на уровне эталонного варианта (Бомба, ВДГ + ПАВ Адыо, Ж).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида Тропинг 700, ВДГ при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений (числитель) и их массы (знаменатель), % к контролю									
	василька синего	звездчатка средней	падалица рапса	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	осота полевого	всех
Контроль без прополки*	<u>3,0</u> 87,5	<u>7,0</u> 26,0	<u>12,5</u> 189,5	<u>13,0</u> 252,0	<u>6,0</u> 10,8	<u>14,0</u> 444,8	<u>42,0</u> 240,5	<u>98,5</u> 1263,5	<u>6,5</u> 62,5	<u>105,0</u> 1326,0
Бомба, ВДГ + ПАВ Адыю, Ж – 25 г/га + 200 мл/га (эталон)	100	100	<u>80,0</u> 97,2	<u>76,9</u> 95,9	100	<u>78,6</u> 92,3	<u>61,9</u> 79,4	<u>75,1</u> 92,1	<u>80,8</u> 95,6	<u>75,5</u> 92,3
Тропинг 700, ВДГ + ПАВ Ассистент+ – 30 г/га + 100 мл/га	100	100	<u>80,0</u> 96,8	<u>88,5</u> 98,9	100	<u>85,7</u> 93,9	<u>58,3</u> 78,6	<u>76,1</u> 93,1	<u>84,6</u> 93,2	<u>76,7</u> 93,1

* В контроле без прополки численность сорных растений, шт/м² (числитель) и масса, г/м² (знаменатель).

В посевах пшеницы яровой до внесения гербицидов доминирующими видами из однолетних двудольных сорных растений были фиалка полевая, марь белая (*Chenopodium album* L.), пастушья сумка, звездчатка средняя, трехреберник непахучий, падалица рапса, из многолетних – осот полевой. В меньшем количестве произрастали горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), подмаренник цепкий, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.). Общая численность двудольных сорных растений по вариантам опыта составляла 101,5–127,5 шт/м².

Через месяц после применения гербицида Тропинг 700, ВДГ численность однолетних двудольных сорных растений снизилась на 97,4 %, вегетативная масса – на 99,6 % .

Полностью погибли (100 %) марь белая, звездчатка средняя, пастушья сумка, трехреберник непахучий, падалица рапса, численность фиалки полевой уменьшилась на 94,1 % при снижении вегетативной массы на 96,8 %. Засоренность посевов пшеницы яровой осотом полевым под действием гербицида Тропинг 700, ВДГ снизилась на 57,9 % по численности и на 79,8 % – по массе. Гибель всех двудольных сорных растений при применении данного гербицида составила 92,0 %

при снижении вегетативной массы на 95,8 %. В варианте с внесением гербицида Бомба, ВДГ получен близкий результат: численность всех двудольных сорных растений уменьшилась на 86,9 %, вегетативная масса – на 94,1 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Тропинг 700, ВДГ в посевах пшеницы яровой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений (числитель) и их массы (знаменатель), % к контролю								
	марь белой	звездчатки средней	падалицы рапса	пастушьей сумки	трехреберника непахучего	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	осота полевого	всех
Контроль без прополки*	<u>7,5</u> 24,5	<u>5,0</u> 13,5	<u>16,0</u> 151,0	<u>5,0</u> 12,5	<u>9,0</u> 35,0	<u>8,5</u> 15,5	<u>58,5</u> 266,5	<u>9,5</u> 64,5	<u>68,5</u> 331,0
Бомба, ВДГ + ПАВ Адыо, Ж – 25 г/га + 200 мл/га (эталон)	100	<u>80,0</u> 96,3	<u>90,6</u> 99,3	<u>80,0</u> 96,0	100	100	<u>93,2</u> 99,1	<u>47,4</u> 73,6	<u>86,9</u> 94,1
Тропинг 700, ВДГ + ПАВ Ассистент+ – 30 г/га + 100 мл/га	100	100	100	100	100	<u>94,1</u> 96,8	<u>97,4</u> 99,6	<u>57,9</u> 79,8	<u>92,0</u> 95,8

* В контроле без прополки численность сорных растений, шт/м² (числитель) и масса, г/м² (знаменатель).

Таким образом, применение гербицида Тропинг 700, ВДГ показало высокую биологическую эффективность против однолетних двудольных сорных растений как в посевах пшеницы озимой, так и яровой.

Видовой состав сорных растений несколько различался по культурам: в посевах двух культур доминировали звездчатка средняя, падалица рапса, пастушья сумка, трехреберник непахучий, осот полевой, однако в посевах яровой пшеницы произрастала марь белая, в посевах озимой – василек синий.

В агроценозах культур полностью погибли (100 %) василек синий, звездчатка средняя, подмаренник цепкий, марь белая. Численность падалицы рапса, трехреберника непахучего, пастушьей сумки в посевах озимой пшеницы снизилась на 80,0–88,5 %, в посевах пшеницы яровой – на 100 %.

Отмечена высокая биологическая эффективность препарата против осота полевого в посевах пшеницы озимой. В агроценозе пшеницы яровой она составила 47,4 % по численности и 73,6 % – по массе, что, возможно, связано с появлением новых всходов сорного растения после внесения препарата.

Оценка хозяйственной эффективности гербицидов показала, что снижение засоренности посевов пшеницы озимой при внесении гербицида Тропинг 700, ВДГ обеспечило сохранение урожая культуры на 12,4 % (9,2 ц/га), пшеницы яровой на 12,9 % (6,4 ц/га), в эталонном варианте (Бомба, ВДГ + ПАВ Адью, Ж) – 9,1 ц/га (пшеница озимая), 5,5 ц/га (пшеница яровая) (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицидов в посевах пшеницы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Пшеница озимая			Пшеница яровая		
	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль без прополки	74,2	–	–	49,5	–	–
Бомба, ВДГ + ПАВ Адью, Ж – 25 г/га + 200 мл/га (эталон)	83,3	9,1	12,3	55,0	5,5	11,1
Тропинг 700, ВДГ + ПАВ Ассистент+ – 30 г/га + 100 мл/га	83,4	9,2	12,4	55,9	6,4	12,9
НСР ₀₅	4,9			5,4		

Заключение. Оценка эффективности гербицида Тропинг 700, ВДГ (трибенурон-метил, 400 г/кг + флорасулам, 165 г/кг + метсульфурон-метил, 135 г/кг) в норме расхода 30 г/га + 100 мл/га ПАВ Ассистент+ показала высокую биологическую эффективность против двудольных видов сорных растений как в посевах пшеницы озимой, так и яровой. В агроценозах культур полностью погибли (100 %) василек синий, звездчатка средняя, подмаренник цепкий, марь белая. Численность падалицы рапса, трехреберника непахучего, пастушьей сумки в посевах озимой пшеницы снизилась на 80,0–88,5 %, в посевах пшеницы яровой – на 100 %. Засоренность посевов пшеницы озимой осотом полевым уменьшилась на 84,6 % по численности и на 93,2 % – по массе, посевов пшеницы яровой – на 57,9 % и 79,8 %.

На основании результатов исследований гербицид Тропинг 700, ВДГ + ПАВ Ассистент+ (30 г/га + 100 мл/га) включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для применения в посевах пшеницы озимой и яровой.

Список литературы

1. Савва, А. П. Трехкомпонентный гербицид «Пиксель» для защиты посевов озимой пшеницы / А. П. Савва, Т. Н. Тележенко, В. А. Суворова // Вестн. КрасГАУ. – 2021. – № 10. – С. 42–48.
2. Совершенствование ассортимента гербицидов для защиты зерновых культур / Е. И. Кириленко [и др.] // Химический метод защиты растений. Состояние и перспектива

повышения экологической безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., 6-10 дек. 2004 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Отд-ние защиты растений, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; под ред. В. А. Павлюшина [и др.]. – СПб., 2004. – С. 153–156.

3. Илларионов, А. И. Современные методы и средства защиты пшеницы озимой от сорных растений /А. И. Илларионов // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2019. – № 3(62). – С. 78–93.

4. Комбинированные гербициды, содержащие флорасулам, на посевах зерновых культур / Е. И. Кириленко [и др.] // Главный агроном. – 2019. – № 11. – С. 17–19.

5. Алексеев, Е. Ю. Оптимизация метода определения остаточных количеств флорасулама в сельскохозяйственных культурах // Е. Ю. Алексеев, Т. Д. Черменская // Вестн. защиты растений. – 2018. – № 3 (97). – С. 76–80.

6. Сорока, С. В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока; Ин-т защиты растений. – Минск: Колоград, 2018. – 188 с.

7. 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.

8. Лунева, Н. Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации [Электронный ресурс] / Н. Н. Лунева, Е. Н. Мыслик; под ред. И. Я. Гричанова. – СПб: ВИЗР, 2018. – 80 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений»; № 26.). – Режим доступа: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1241599>. -- Дата доступа: 22.05.2023.

A. S. Pestereva, L. I. Soroka, I.Yu. Petrovets

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

WEED CONTROL OF WHEAT CROPS WITH HERBICIDE BASED ON FLORASULAM AND SULFONYLUREA GROUP

Annotation. It has been established that both in winter and spring wheat crops, the use of a herbicide based on tribenuron-methyl, florasulam and metsulfuron-methyl caused the complete death of blue cornflower, medium chickweed, tenacious bedstraw, white marya (100 %), the number of carrion rapeseed, odorless threeribbed, shepherd's pulse decreased by 80,0–100 %. In winter wheat crops, the effectiveness against dicotyledonous weed was 76,7–93,1 %, spring wheat – by 92,0–95,8 %, which contributed to the preservation of crop yields by 12,4–12,9 %.

Keywords: herbicide, florasulam, tribenuron-methyl, metsulfuron-methyl, winter wheat, spring wheat, weeds, biological and economic efficiency.

*Н.С. Сташкевич, А.В. Сташкевич, Л.И. Сорока, С.В. Сорока
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ ГЕРБИЦИДОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И КУКУРУЗЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Дата поступления статьи в редакцию: 04.05.2023

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

Аннотация. В данной статье на основе обзора литературных источников и электронных ресурсов, инструкций и ранее изданных справочных материалов представлена характеристика препаративных форм средств защиты растений, которая включает название, состав, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова. Средства защиты растений, действующее вещество, препаративная форма, состав, препарат.

Введение. Разнообразие культур и способов применения средств защиты растений (протравливание, опрыскивание, фумигация, обработка гранулированными препаратами) диктует необходимость создания и различных препаративных форм (ПФ) [12].

Препаративная форма – состав из действующего вещества пестицида и вспомогательного вещества, обладающий установленными химико-физическими свойствами [13].

На сегодняшний день существует большое количество ПФ средств защиты растений (СЗР) и каждая из них обладает индивидуальными свойствами, имеет свои преимущества и недостатки. В данной статье, на основе литературных данных, мы собрали информацию о препаративных формах, используемых при производстве гербицидов, применяемых для защиты посевов зерновых культур и кукурузы в Беларуси.

ВГ или ВРГ – водорастворимые гранулы – препаративная форма, которая при смешивании с водой образует рабочие растворы.

Международное обозначение – SG, WSG.

Состав: 30–40 % д.в. [15].

Эта форма хорошо растворяется в воде, образуя раствор [18]. По международным нормам, в этих растворах должно регламентироваться количество нерастворимых в воде примесей, которое не должно превышать 0,5 мас. %.

Плюсы: не боятся низких и высоких температур при хранении и перевозках; удобны в применении; длительный срок хранения [5].

Минусы: при применении раствора часть действующего вещества

впитывается внутрь некоторых поверхностей [5].

Состоят из д.в., пеногасителя, разбавителя.

Молекулярный размер частиц в рабочем растворе [1].

ВГР – водно-гликолевый раствор – прозрачная гигроскопическая маслянистая жидкость на основе моноэтиленгликоля или пропиленгликоля, разбавленных деминерализованной водой. Гликоли хорошо растворяются в воде, поэтому из них легко получать смеси различной концентрации [2].

Применяются для авиаопрыскивания, т.к. снижается снос рабочего раствора.

Плюсы: низкие температуры замерзания, высокая стабильность при хранении.

Минусы: применение ограничено водорастворимыми соединениями [18].

ВДГ – водно-диспергируемые гранулы – это препаративная форма, состоящая из гранул, предназначенных для растворения в воде с образованием однородной суспензии. ВДГ получают различными способами, которые зависят от свойств действующего вещества и возможностей технологического оборудования. Это приводит к тому, что готовые формы (препараты) различаются по внешнему виду и размеру частиц. Препараты, содержащие гранулы с большим разбросом размера частиц, могут расслаиваться в емкости при хранении [3].

Международное обозначение – WG.

Состоит из д.в., диспергатора, смачивателя, пеногасителя, разбавителя.

Размер частиц в рабочем растворе – 5–10 мкм.

Плюсы: не пылит, химическая стабильность д.в. при хранении, легко смачивается и диспергируется, низкое пенообразование, не вызывает проблем при использовании в баковых смесях [1], легко диспергируется в воде с образованием суспензии. Могут использоваться методом МО и УМО. Универсальны, хорошо совместимы с другими препаратами [18].

Минусы: невысокая стабильность рабочего раствора, ассортимент применяемых ПАВ ограничен, трудоемкая технология, требует сложного технологического оборудования для производства [1].

ВК (ВРК) – водорастворимый концентрат – молокообразная препаративная форма, предназначенная для растворения в воде.

Международное значение SC.

Средства защиты растений в данной препаративной форме могут содержать водонерастворимые компоненты. Обычно для приготовления рабочего раствора на основе ВРК готовят маточный раствор, однако следует иметь в виду, что некоторые препараты, определенные как

ВРК, в действительности представляют собой раствор действующего вещества не в воде, а в гидрофильном растворителе, и могут образовывать стабильный рабочий раствор только при разведении препарата непосредственно в баке, а не в большом количестве воды [6].

В состав входит д.в., ПАВ (не всегда), антифриз, вода.

Молекулярный размер частиц в рабочем растворе.

Плюсы: стабильный раствор, можно ввести значительное количество ПАВ для увеличения биологической эффективности, низкое пенообразование.

Минусы: возможна кристаллизация д.в. при низких температурах хранения [1].

ВР – водный раствор – препаративная форма, представляющая собой, как правило, готовый для применения раствор. Водные растворы обычно используются для непосредственного опрыскивания, в том числе в личном подсобном хозяйстве [4].

Международное обозначение – AS.

Состав: д.в., ПАВ (не всегда), антифриз, вода.

Размер частиц в рабочем растворе – молекулярный.

Плюсы: стабильный раствор, можно ввести значительное количество ПАВ для увеличения биологической эффективности, низкое пенообразование.

Минусы: возможна кристаллизация д.в. при низких температурах хранения [1].

ВРП – водорастворимый порошок. Быстро растворяются в воде без дополнительного перемешивания с образованием истинного раствора. Используются для опрыскивания, могут быть упакованы в водорастворимые пакеты [16].

Международное обозначение – WSP.

В состав входит д.в.; добавки, способствующие растворению в воде.

Минусы: применение ограничено водорастворимыми д.в. [18].

ККР – концентрат коллоидного раствора – обеспечивает быстрое проникновение действующего вещества в растение и хорошую адгезию препарата на листе. За счет этого достигается высокая биологическая эффективность [8].

Состав: д.в., растворители, ПАВ.

Размер частиц в рабочем растворе – 1–100 нм.

Плюсы: повышенная биологическая эффективность благодаря липофильным свойствам препарата, быстрое проникновение в объект, снижение зависимости от неблагоприятных погодных условий, устойчивость.

Минусы: сложность создания препаративной формы, применимо только для ограниченного количества д.в. [1].

КНЭ – концентрат наноэмульсии – препаративная форма средств защиты растений, являющаяся жидкостью, содержащей частицы и агрегаты частиц с характерным размером от 0,1 до 100,0 нм. [19].

КС – концентрат суспензии. Представлен концентрированными суспензиями одного или нескольких препаратов в воде, масле или минеральном масле. При добавлении минерального масла повышается активность препаратов. Данная ПФ применяется для опрыскивания [11].

В состав входит д.в., диспергатор, смачиватель, пеногаситель, антифриз, загуститель, биоцид (антисептик).

Частицы в рабочем растворе размером – 2–5 мкм.

Плюсы: не пылит, есть возможность введения значительного количества эффективных ПАВ для увеличения биологической эффективности, менее токсичны вследствие замены органических растворителей водой, низкая пожароопасность.

Минусы: стабильность рабочего раствора ограничена во времени, требует специального оборудования для производства [1].

КЭ – концентрат эмульсии – раствор д.в. и добавок в органическом растворителе [7].

Международное обозначение – ЕС.

Типы КЭ:

препараты, которые получают механическим диспергированием в воде раствора пестицида в несмешивающемся с водой органическом растворителе с помощью коллоидных мельниц и других гомогенизаторов. Полученные таким образом эмульсии высокодисперсны и устойчивы при хранении.

препараты, так называемые смешивающиеся масла, которые представляют собой гомогенные растворы пестицида, эмульгатора и вспомогательных веществ в органическом растворителе. При разбавлении водой (перед использованием) они образуют устойчивые эмульсии [10].

В состав входит д.в., ПАВ, стабилизатор, органические растворители.

Размер частиц в рабочем растворе – 2–5 мкм.

Плюсы: возможность использования высокой концентрации эффективных ПАВ для повышения биологической эффективности, липофильные свойства препарата способствуют повышению проникновения в растение и увеличению биологической эффективности, не требует специального технологического оборудования, после разбавления водой, дают стабильные эмульсии для опрыскивания.

Минусы: пожароопасны, фитотоксичны, более токсичны для человека в сравнении с другими препаративными формами из-за наличия нефтяного органического растворителя [1].

МД – масляная дисперсия. Уникальность данной препаративной

формы заключается в том, что действующее вещество диспергировано не в воде, а в масле. Масло служит отличным проводником действующих веществ, так как по своей химической природе схоже с восковым слоем на листке. Еще одним отличием маслянодисперсных препаратов является то, что благодаря замене более токсичных вспомогательных компонентов маслом удастся снизить фитотоксическое действие препаратов на защищаемую культуру. Высокая эффективность связана с ультрамалым размером частиц [14].

Международное обозначение – OD.

Состав: д.в., масло минеральное или растительное, система ПАВ, загуститель, пеногаситель, стабилизатор.

Размер частиц в рабочем растворе – 2–5 мкм.

Плюсы: возможность использования высокой концентрации эффективных ПАВ, высокая липофильность, высокая биологическая эффективность, быстрое и эффективное проникновение д.в., снижение зависимости от неблагоприятных погодных условий, дождестойкость.

Минусы: сложность создания препаративной формы, необходимо специальное технологическое оборудование для производства [1].

МК – масляный концентрат. Масло схоже по своей химической природе с восковым слоем на листе, поэтому способствует более быстрому проникновению препарата в растение. Уникальная формуляция содержит адьювант-пенетрант с функцией биоактивации, обеспечивающий высокую скорость проникновения и улучшенное покрытие, что гарантирует высокую биологическую эффективность препарата [9].

Молекулярный размер частиц в рабочем растворе.

Плюсы: повышение эффективности за счет присутствия масла.

Минусы: обычно в применении достаточно высокочемзатратны [1].

СК – суспензионный концентрат – стабильная дисперсия твердых частиц в водной среде. При разбавлении водой быстро и качественно диспергируются с образованием стабильных суспензий. Препараты высокоэффективны благодаря высокой степени дисперсности частиц. Такими же свойствами обладают: КС – концентрат суспензии, ВКС – водный концентрат суспензии [7].

Международное обозначение – SC.

Состав: д.в., диспергатор, смачиватель, пеногаситель, антифриз, загуститель, биоцид (антисептик).

Размер частиц в рабочем растворе – 2–5 мкм.

Плюсы: не пылит, есть возможность введения значительного количества эффективных ПАВ для увеличения биологической эффективности, менее токсичны вследствие замены органических растворителей водой, низкая пожароопасность. Лишены эксплуатационных недостатков: пыление, комкование, слеживание, плохое диспергирование.

Минусы: стабильность рабочего раствора ограничена во времени, требует специального оборудования для производства [1].

СП – смачивающийся порошок – смесь тонко измельченного порошка д.в. с нейтральным наполнителем и добавками. При разбавлении водой дают устойчивые суспензии, предназначенные для опрыскивания [7].

Международное обозначение – WP.

Смачивающиеся порошки должны удовлетворять следующим требованиям: быть устойчивыми при хранении и не слеживаться; при разведении в воде быстро образовывать суспензии с медленным осаждением твердых частиц; хорошо смачивать листья растений и другие обрабатываемые поверхности и долго на них удерживаться.

СП обычно делят на три группы: 1) препараты с высоким (60–90 %); средним (30–60 %); низким (до 30 %) содержанием действующего вещества [17].

Состав: д.в., диспергатор, смачиватель, антислеживатель, пеногаситель, разбавитель. Размер частиц в рабочем растворе – 5–10 мкм.

Плюсы: химическая стабильность д.в. во время хранения, относительная дешевизна, легко смачивается и диспергируется, низкое пенообразование, не вызывает проблем при использовании в баковых смесях.

Минусы: пылит, стабильность рабочего раствора невысока, ассортимент применяемых ПАВ ограничен, есть вероятность слеживания, требует специального оборудования для производства [1].

СТС – сухая текучая суспензия.

Состав: д.в., диспергатор, смачиватель, пеногаситель, разбавитель.

Размер частиц в рабочем растворе – 5–10 мкм.

Плюсы: не пылит, химическая стабильность д.в. при хранении, легко смачивается и диспергируется, низкое пенообразование, не вызывает проблем при использовании в баковых смесях.

Минусы: стабильность рабочего раствора невысока, ассортимент применяемых ПАВ ограничен, трудоемкая технология, требующая сложного технологического оборудования для производства [1].

СЭ – суспензионная эмульсия – белая или желтоватая непрозрачная жидкость: стабильная дисперсия твердых частиц одного вещества и капель в жидкости (д.в. в масле) др. вещества в воде. СЭ – сложен для разработки, но окупает затраты, т. к. позволяет получить смешанной препарат, который в виде иной препаративной формы был бы нестабилен [7].

Международное обозначение – SE.

В состав входит д.в., смачиватель, диспергатор, стабилизатор, антифриз, загуститель, биоцид, вода, пеногаситель.

Размер частиц в рабочем растворе – 2–5 мкм.

Плюсы: возможность введения значительного количества эффективных ПАВ для увеличения биологической эффективности, менее токсичны из-за замены органических растворителей водой, низкая пожароопасность.

Минусы: сложность создания препаративной формы [1].

Заключение. На основании проведенного анализа литературных данных можно сделать вывод о том, что каждая препаративная форма имеет свои особенности, достоинства и недостатки и что они помогают лучше реализовывать биологический потенциал действующего вещества.

Список литературы

1. Адаптивно-интегрированная защита растений : монография / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Москва: Печатный город, 2019. – 628 с.
2. Водно-гликолевый раствор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hstream.ru/info/dictionary/vodno-glikolevuj-rastvor/> – Дата доступа: 10.12.2020.
3. Водно-диспергируемые гранулы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/active_soluble – Дата доступа: 03.12.2020.
4. Водный раствор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/active_soluble – Дата доступа: 03.12.2020.
5. Водорастворимые гранулы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/water_soluble_granules – Дата доступа: 03.12.2020.
6. Водорастворимый концентрат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/soluble_concentrate – Дата доступа: 03.12.2020.
7. Глоссарий: основные термины и определения в сельскохозяйственной гербологии и земледелии / Ф. И. Привалов и [др.] ; ред. Ю. Я. Спиридонов ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Промкомплекс, 2020. – 67 с.
8. Щелково Агрохим – российский аргумент защиты: каталог 2019: Республика Беларусь / АО «Щелково Агрохим». – [Б. м. : б. и.], 2019. – 160 с.
9. Агро Эксперт Групп. Каталог продукции, 2022 / ООО «Агро Эксперт Групп». – Минск : Полиграфт, 2022. – 133 с.
10. Концентрат эмульсии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/emulsion_concentrate – Дата доступа: 03.12.2020.
11. Преимущества и недостатки различных препаративных форм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himagromarketing.ru/ru/news/preparativnie-formi.html> – Дата доступа: 08.12.2020.
12. Препаративная форма пестицида [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/preparativnye-formy-pesticidov> – Дата доступа: 03.12.2020.
13. Препаративная форма пестицида [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/pesticides_formulation_types – Дата доступа: 03.12.2020.
14. Препаративная форма: есть ли эффект от применения? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinfo.kz/preparativnaya-forma-est-li-effekt-ot-primeneniya/> – Дата доступа: 08.12.2020.
15. Препаративные формы пестицидов // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2016. – № 5. – С. 40–44.
16. Препаративные формы пестицидов или странные буквы в названиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agronomius.livejournal.com/36373.html> – Дата доступа: 03.12.2020.
17. Смачивающийся порошок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/dictionary/wettable_powder – Дата доступа: 03.12.2020.

18. Современные препаративные формы пестицидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: vened.ucoz.ru/load/0-0-0-9-20 – Дата доступа: 13.01.2023.

19. Химическая защита растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9 – Дата доступа: 21.10.2022.

N.S. Stashkevich, A.V. Stashkevich, L.I. Soroka, S.V. Soroka
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

PREPARATIVE FORMS OF HERBICIDES FOR GRAIN CROPS AND CORN (LITERATURE REVIEW)

Annotation. This article, based on a review of literary sources and electronic resources, instructions and previously published reference materials, presents characteristics of the formulations of plant protection products, which includes the name, composition, their advantages and disadvantages.

Key words: plant protection products, active substance, preparative form, composition, preparation.

*Р.В. Супранович, Ю.Н. Переверзева, Н.А. Дмитрук, В.С. Комардина
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУРЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 25.07.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Шклярская О.А.

Аннотация. В 2021–2022 гг. в результате обследований земляники садовой установлено, что наименее засоренными являются насаждения, выращиваемые с использованием агроволокна (общая численность сорных растений не превышает 0,5 шт./м², при этом из однолетних сорных растений встречалось просо куриное, из многолетних – пырей ползучий) и в закрытом грунте (единичные всходы однолетних сорняков: проса куриного и звездчатки средней).

В насаждениях земляники садовой, выращиваемой в открытом грунте, с возрастом плантации увеличивается доля многолетних сорных растений – от 73,6 % до 82,6 %.

При однострочном и ленточно-двухстрочном способе посадки культуры общая численность сорных растений в 1,5 раза выше, чем при ковровом.

Ключевые слова. Земляника садовая, технология выращивания, способ посадки, видовой состав сорной растительности, численность сорняков.

Введение. В настоящее время плодоводство является крупной отраслью сельскохозяйственного производства, главной задачей которой является полное удовлетворение внутреннего рынка высококачественными плодами и ягодами, а также реализация конкурентноспособной многообразной садоводческой продукции на внешнем рынке [1].

Земляника садовая является наиболее технологичной ягодной культурой, широко используемой в промышленном ягодоводстве по всему миру [2, 3].

Под насаждениями земляники садовой во всех категориях хозяйств в Беларуси занято около 15,0 % земельных площадей [4]. Однако производство ягод сдерживает, в первую очередь, высокая трудоемкость традиционной технологии возделывания культуры.

Сорные растения наносят большой вред в интенсивных насаждениях ягодных культур, снижая рост и продуктивность растений в результате конкуренции за потребление влаги и минеральных элементов, затенения, способствуют развитию болезней и вредителей, значительно снижают величину (до 30,0 % от возможного) и качество урожая [2].

Обильное зарастание посадок земляники садовой связано с целым рядом причин. В почве обычно накоплен достаточно большой естественный запас семян сорных растений, которые сохраняют свою жизнеспособность в течение десятков лет. Перед посадкой земляники вносят органические удобрения, которые служат дополнительным источником семян сорняков. При сильной степени засорения прилегающих к земляничной плантации территорий, по истечении времени, происходит заселение посадок корневищными, корнеотпрысковыми и многолетними сорняками [3].

Таким образом, исследования по изучению видового состава и численности сорной растительности будут являться основой для дальнейшей разработки и научного обоснования технологии защиты насаждений земляники садовой от сорной растительности.

Материал и методы исследований. Оценка засоренности разновозрастных насаждений земляники садовой, выращиваемой по различным технологиям (в закрытом и открытом грунте, различные способы посадки), проводилась в 2021–2022 гг. в хозяйствах Минской – РУП «Институт плодородия», ГП «Восход» и КФХ «Антей сад»; Гродненской – в СПК «им. В.В. Кремко», СПК «Племзавод Россь» и филиал «Поречанка» ОАО «Гродненский мясокомбинат» и Брестской областей – ЛПХ «Крачевского».

Плантации земляники садовой были разделены на три группы по способу выращивания: с использованием агроволокна, в закрытом (теплице) и открытом грунте. В свою очередь плантации земляники садовой выращиваемые в открытом грунте подразделялись по способу выращивания (ленточный-однострочный, ленточный-двухстрочный и ковровый) и возраста насаждения.

На каждой плантации до 5 га по диагонали путем наложения 4 учетных рамок площадью 0,25 м² определяли видовой состав и численность сорной растительности [5].

Видовой состав и численность сорной растительности устанавливался до начала плодоношения культуры и после уборки урожая.

Численность (отдельных видов, их групп всех сорняков) определяли как число особей (стеблей) растений, приходящихся на единицу площади (1 м²) и рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{a}{S},$$

где: A – численность сорных растений, шт./м²; a – число встречаемых стеблей растений; S – общая учетная площадь, м² [6].

Ботанико-биологические признаки сорных растений устанавливали согласно определителю [7, 8].

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка засоренности насаждений земляники садовой, в период вегетации осуществлялась в хозяйствах, выращивающих культуру по различным технологиям: стандартной в открытом грунте (ленточно-однострочной, ленточно-двустрочной и ковровой) в ГП «Восход», КФХ «Антей сад» и СПК «им. В.В. Кремко»; стандартной с покрытием агроволокна (РУП «Институт плодородства»), СПК «Племзавод Россь» и филиал «Поречанка» ОАО «Гродненский мясокомбинат» и ЛПХ «Крачевского») и в закрытом грунте (в РУП «Институт плодородства», КФХ «Антей сад»).

В результате обследований было установлено, что наименее засоренными являются насаждения земляники, выращиваемые с использованием агроволокна и в теплицах. Мульчирующие материалы при возделывании земляники садовой используются более 20 лет. В последнее десятилетие наиболее распространенный вид мульчирования – агроволокно различной плотности, так как этот материал создает механическую преграду и не пропускает свет для появления всходов сорных растений.

В насаждениях земляники садовой с использованием агроволокна, общая численность сорных растений не превышала 0,5 шт./м², при этом из однолетних сорных растений встречалось просо куриное (коллекционная посадка РУП «Институт плодородства») из многолетних – пырей ползучий (КФХ «Антей сад»).

В теплицах за годы исследований также встречались единичные всходы однолетних сорняков (просо куриное, звездчатка средняя).

Наибольшее видовое разнообразие сорных растений и их высокая численность в течение 2-х лет отмечалась на плантациях земляники садовой, выращиваемой по стандартной технологии в открытом грунте.

Сравнительный анализ засоренности разновозрастных насаждений земляники садовой, выращиваемых ленточно-однострочным, ленточно-двустрочным и ковровым способами проводили в ГП «Восход» и КФХ «Антей сад». В результате исследований установлено, что в ГП «Восход» в молодой посадке (осень 2020 г.) сорта Альба, высаженной однострочной лентой, без применения гербицидов, в 2021–2022 гг. доминировали следующие сорные растения: из однолетних – просо куриное в среднем 20,0 шт./м², мятлик однолетний – 17,5 шт./м², звездчатка средняя – 15,3 шт./м² и марь белая – 9,2 шт./м²; из многолетних – вьюнок полевой – 7,0 шт./м², вероника дубравная – 3,3 шт./м² и пырей ползучий – 5,8 стеблей/м² (таблица).

Также встречались из однолетних – яснотка пурпурная – 4,2 шт./м², горец почечуйный – 2,8 шт./м², мелкопестник канадский – 2,5 шт./м², пастушья сумка – 0,9 шт./м², трехреберник непахучий – 0,9 шт./м²; из многолетних – щавель конский – 2,1 шт./м², одуванчик лекарственный – 1,5 шт./м², осот желтый (полевой) – 0,8 шт./м², крестовник обыкновенный – 0,3 шт./м².

При выращивании земляники садовой ковровым методом в этот период доминировали многолетние сорные растения – одуванчик лекарственный – 16,5 шт./м², льнянка обыкновенная – 7,9 шт./м². Также встречались горошек мышиный – 3,2 шт./м², щавель конский – 2,0 шт./м², осот розовый – 1,7 шт./м².

Таблица – Видовой состав и численность сорных растений в насаждениях земляники садовой, возделываемой по стандартной технологии (Минская область, 2021–2022 гг.).

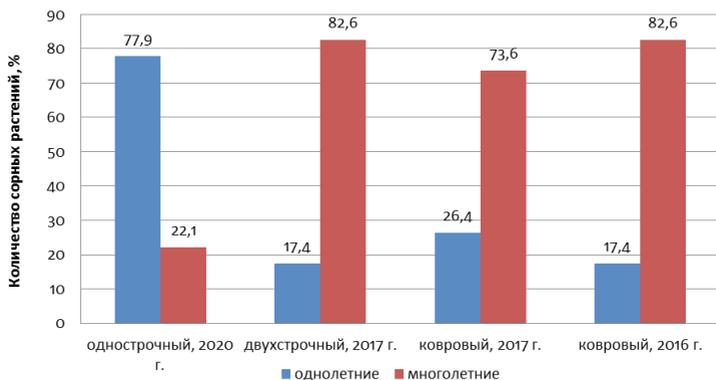
Виды сорных растений	Численность сорняков (шт./м ²) в зависимости от способа выращивания и возраста культуры			
	ГП «Восход»		КХ «Антей сад»	
	однострочный (2020 г.)	ковровый (2017 г.)	ковровый (2016 г.)	двустрочный (2017 г.)
<i>Многолетние</i>				
Вероника дубравная	3,3	–	–	–
Вьюнок полевой	7,0	–	–	–
Герань круглолистная	–	–	15,0	–
Горошек мышиный	–	3,2	–	–
Клевер ползучий	–	–	10,0	10,0
Крестовник обыкновенный	0,3	–	–	–
Льнянка обыкновенная	–	7,9	18,0	18,0
Одуванчик лекарственный	1,5	16,5	9,0	9,0
Осот желтый (полевой)	0,8	–	–	0,7
Осот розовый	–	1,7	–	–
Пырей ползучий	5,8	–	–	–
Хвощ полевой	–	–	10,0	–
Щавель конский	2,1	2,0	–	–
Щавель малый	–	–	–	2,2
Всего	20,8	31,3	62,0	39,9
<i>Однолетние</i>				
Галинзога мелкоцветковая	–	2,5	–	–
Горец почечуйный	2,8	–	–	–
Звездчатка средняя	15,3	–	–	–
Марь белая	9,2	–	–	–
Мелколепестник канадский	2,5	1,0	–	1,7
Мятлик однолетний	17,5	–	–	–
Пастушья сумка	0,9	–	–	–
Просо куриное	20,0	–	–	–
Трехреберник непахучий	0,9	1,7	–	2,5
Фиалка трехцветная	–	2,5	–	1,2
Яснотка пурпурная	4,2	3,5	13,0	3,0
Всего	73,3	11,2	13,0	8,4
Итого	94,1	42,5	75,0	48,3

Численность однолетних сорных растений, при выращивании земляники садовой ковровым методом, не превышала от 1,0 шт./м² до 3,5 шт./м² (мелколепестник канадский и яснотка пурпурная, соответственно), также встречались трехреберник непахучий – 1,7 шт./м², галинзога мелкоцветковая и фиалка трехцветная – 2,5 шт./м².

Основными засорителями плантации земляники садовой в КХ «Антей сад», выращиваемой по стандартной технологии ковровым методом являются льянка обыкновенная (18,0 шт./м²), герань круглолистная (15,0 шт./м²), яснотка пурпурная (13,0 шт./м²), клевер ползучий (10,0 шт./м²), хвощ полевой (10,0 шт./м²), одуванчик лекарственный (9,0 шт./м²).

На двухлетней плантации земляники садовой, выращиваемой однострочной лентой в СПК «им. В.В. Кремко» после сбора урожая преобладающими видами также были однолетние сорняки: мятлик однопольный – 135,9 шт./м² и марь белая – 88,0 шт./м².

Проанализировав полученные данные можно сделать вывод о том, что в структуре доминирования сорных растений в насаждениях земляники садовой, возделываемой по стандартной технологии, в первый год (однострочная лента) преобладают однолетние сорняки (численность 73,3 шт./м² или 77,9 % от общей численности); в 4–5 летних посадках преобладают многолетние сорные растения, независимо от способа выращивания – от 31,3 до 62,0 шт./м² или 73,6 – 82,6 % от общей численности (рисунок).



Способ выращивания и год посадки плантации земляники садовой.

Рисунок – Структура доминирования сорных растений в насаждениях земляники садовой, возделываемой по стандартной технологии при различных способах выращивания культуры (маршрутные обследования, сорт Альба, Минская область, 2021–2022 гг.)

Обобщая полученные данные, установлено, что в насаждениях земляники садовой 2020 года посадки видовой состав сорных растений был представлен 16 видами, из них 77,9 % принадлежали однолетним сорным растениям, 22,1 % – многолетним. В насаждениях 2017 года посадки при возделывании культуры ковровым способом 26,4 % видов принадлежали однолетним, а 73,6 % – многолетним сорнякам. В посадке 2017 года, но выращиваемой двустрочной лентой соотношение видов было на таком же уровне (17,4 % видов – однолетние, 82,6 % – многолетние). В тоже время в насаждениях 2016 года посадки, возделываемой ковровым методом, уже 82,6 % видов принадлежали к многолетним видам сорных растений.

Таким образом, видовой состав сорных растений в насаждениях земляники садовой, выращиваемой по стандартной технологии в открытом грунте формируется в зависимости от возраста культуры и схемы посадки. Доминирующую роль (77,9 % от общей численности) в сорном ценозе в первый год после закладки насаждений земляники садовой занимают однолетние сорняки.

С возрастом насаждений земляники садовой увеличивается доля многолетних сорных растений – от 73,6 % до 82,6 %, происходит определенная специализация сорных видов растений, уменьшается роль и значение однолетних сорняков и возрастает число многолетних.

Заключение. Видовой состав и численность сорных растений на плантациях земляники садовой, выращиваемой с использованием агроволокна, в закрытом и открытом грунте варьирует. Так, в закрытом грунте отмечаются единичные всходы однолетних сорных растений (просо куриное и звездчатка средняя), а на плантациях с использованием агроволокна встречаемость пырея ползучего и мари белой не превышает 0,5 шт./м².

Установлено, что при выращивании земляники садовой по стандартной технологии в открытом грунте сорный ценоз изменяется в зависимости от возраста культуры и схемы посадки. Чем старше плантация земляники садовой, тем больше доля в ней многолетних сорняков – до 82,6 % от общей численности, в тоже время в однолетних посадках земляники садовой доминируют однолетние сорняки (77,9 % от общей численности).

Определенно, что при однострочном и ленточно-двустрочном способе посадки земляники садовой общая численность сорняков в 1,5 раза выше, чем при ковровом.

Список литературы

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.mshp.gov.by>. – Дата доступа 20.07.2023.

2. Жбанова, О. В. Эффективность различных конструкций промышленных насаждений земляники садовой в цчр РФ : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.08 / О. В. Жбанова. – Мичуринск-научоград РФ, 2017. – 161 л.

3. Голоскок, Т. В. Оценка биологической эффективности перспективных гербицидов в посадках земляники садовой / Т. В. Голоскок, С. В. Сорока, М. П. Андрусевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. в 2 т. / Грод. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В. К. Пестис (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2008. – Т. 1: Агрономия. Экономика. – С. 37–43.

4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 20.07.2023.

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

6. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учеб. пособие / сост.: И. В. Фетюхин [и др.] ; М-во сел. хоз-ва РФ, Донской гос. аграр. ун-т. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 76 с.

7. Определитель высших растений Беларуси: учеб. пособие / Т. А. Сауткина [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича, Белорус. гос. ун-т. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.

8. Основы мониторинга и прогноза развития сорняков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroflora.ru/osnovy-monitoringa-i-prognoza-razvitiya-sornyakov/> – Дата доступа: 20.07.2023.

R.V. Supranovich, Y.N. Pereverzeva, N.A. Dmitryc, V.S. Komardina
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

GARDEN STRAWBERRY CLOGGING IN VARIOUS CULTURE GROWING METHODS

Annotation. In 2021–2022, as a result of surveys of garden strawberries, it was established that the least clogged stands grown using agro-fiber are (the total number of weed plants does not exceed 0,5 pcs./m², while chicken millet was found from annual weed plants; from perennial – creeping dust) and in closed ground (single seedlings of annual weeds: chicken millet and medium starfish).

In plantations of garden strawberries grown in open ground, the proportion of perennial weed plants increases with the age of the plantation – from 73,6 % to 82,6 %.

With a single-line and tape-two-line method of planting, the culture has a total number of weeds 1,5 times higher than with carpet.

Key words: garden strawberries, growing technology, planting method, species composition of weed vegetation, number of weeds.

Е.А. Якимович

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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОТРИОНА В ПОСЕВАХ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.04.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Волчкевич И.Г.

Аннотация. Применение мезотриона, вносимого после посева до появления всходов фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), достаточно эффективно (> 85 %) подавляет однолетние двудольные сорные растения: марь белую, звездчатку среднюю, сурепицу обыкновенную, торицу полевую и др. сорные виды. После применения мезотриона отмечается снижение величины накопления надземной массы культуры в начальные периоды роста и развития, однако чистые от сорных растений посевы способствуют разрастанию сохранившихся растений и более высокому урожаю семян. Средняя урожайность в вариантах с применением мезотриона составила 3,63–3,67 ц/га, что практически в 3 раза превышает вариант без обработки. Опыты по изучению действующего вещества мезотрион желателно провести в условиях регистрационных исследований.

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

Введение. В настоящее время основным фактором, сдерживающим развитие пчеловодства, является отсутствие достаточных медоносных ресурсов при пчеловодческих пасеках. Несмотря на то, что пчеловодство является одной из высокорентабельных отраслей, высевать медоносные растения в полях севооборота только для получения меда нерентабельно. Поэтому возделывание медоносных культур можно совмещать с получением товарного меда и семян, которые после доработки их до соответствующих стандартов можно реализовывать (медоносно-семеноводческое направление). К таким культурам, прежде всего, относятся: фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), медопродуктивность которой стабильна и семена востребованы на рынке по высокой цене, а также синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), бурачник лекарственный (*Borago officinalis* L.), которые отличаются исключительно высокой медопродуктивностью и постоянным дефицитом семян. К этому направлению можно отнести также возделывание рапса, сурепицы, горчицы и других культур [1].

Фацелия пижмолистная – однолетнее медоносное растение, родиной которого является Северная Америка. С цветков фацелии пчелы охотно

собирают нектар и пыльцу весь день, активнее всего – в 13–15 ч. На плодородных, хорошо удобренных почвах нектаропродуктивность фацелии доходит до 150–400 кг и более сахара в нектаре с 1 га. Фацелия возделывается в пожнивных посевах и в междурядьях сада для опыления растений [2].

Сорные растения являются причиной снижения урожая большинства сельскохозяйственных культур, в т.ч. и фацелии при возделывании ее в системе семеноводства. Следует понимать, что при раннем посеве в годы с холодной весной фацелия может погибать из-за высокой засоренности [2]. В семенном ворохе семена фацелии трудноотделимы от мелких семян различных сорных растений [3]. Выращивание фацелии на семена всегда имеет большую проблему с засоренностью, что практически не дает возможности их реализации.

В зависимости от условий вегетационного сезона и исходной засоренности участка потери урожая соцветий фацелии могут различаться. При невысокой исходной засоренности медоносная культура довольно конкурентоспособна (снижение надземной массы культуры в пределах 10 %, урожая семян – 6 %), при высокой численности сорняков потери урожая семян фацелии могут достигать 40–74 %. Исследования показали, что удаление сорных растений на участках с высокой исходной засоренностью в посевах фацелии должно быть проведено в течение 20–30 дней после ее посева [5, 6].

Химическая защита фацелии в настоящее время достаточно сложна, поскольку гербициды, которые включены в «Главный государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», можно применять только против видов горца, осота, трехреберника непахучего (Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га) или однолетних и многолетних злаковых сорняков (Миура, КЭ (0,4–1,0 л/га) [6].

Достаточно актуальным является вопрос об уничтожении однолетних сорных растений (мари белой, падалицы рапса, сурепицы, пастушьей сумки и др. сорных видов). Данные о применении и эффективности ряда действующих веществ в посевах фацелии имеются в литературных публикациях. В Польше выполнялись исследования по подбору гербицидов на основе метамитрона, линурона и ленацила [7, 8]; в Новой Зеландии – гербицидов на основе трифлуралина и линурона (до посева и до всходов культуры) [9]. Исследования американских исследователей показали, что фацелия достаточно устойчива к мезотриону, который применялся до посева и после появления всходов культуры [10].

Целью наших исследований были поисковые исследования по изучению эффективности довсходового применения д.в. мезотрион в семеноводческих посевах фацелии пижмолистной.

Материалы и методика проведения исследований. Поискные исследования по изучению мезотриона проводились в РУП «Институт защиты растений»: в 2021 г. – опытный участок в аг. Атолино; в 2022 г. – на 2-х участках: аг. Прилуки и аг. Самохваловичи Минского района.

Предшественник – зерновые культуры (2021–2022 г.) и сурепица яровая (аг. Самохваловичи). Ширина междурядий – 15 см. Норма высева – 15 кг/га. Срок сева – 03.06.2021 г. (аг. Атолино); 28.04.2022 г. (аг. Прилуки); 14.05.2022 г. (аг. Самохваловичи).

Площадь делянки – 20 м² (2021 г.) и 10 м² (2022 г.). Повторность – четырехкратная, расположение делянок – последовательное. Обработка гербицидом мезотрион в норме 96 и 144 г действующего вещества (далее – д.в.) на га была проведена после высева фацелии (03.06.2021, 29.04.2022, 16.05.2022 г.) до появления всходов культуры.

Исследования по изучению эффективности гербицида проводили в соответствии с «Методическими указаниями ...» [11]. Гербицид вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» согласно схемы опытов. Расход рабочего раствора 400 л/га. После внесения выполняли следующие учеты засоренности: количественно-весовой учет (30.06.2021 г. (аг. Атолино), 20.06.2022 г. (аг. Самохваловичи); количественный учет засоренности (31.05.2022 г.), количественно-весовой (20.06.2022 г.) (аг. Прилуки). За ростом и развитием фацелии проводили визуальные и количественно-весовые наблюдения.

Уборка урожая семян проводилась вручную (20.08.2021 г. (аг. Атолино); 02.08.2022 г. (аг. Прилуки); 05.08.2022 г. (аг. Самохваловичи) методом пробного снопа; обмолот проводился на ручной молотилке. Урожай пересчитывался в ц/га [12]. Математическая обработка данных выполнялась с использованием компьютерных программ Excel и Oda.

Результаты и их обсуждение. В условиях 2021 г. посев провели достаточно поздно, 3 июня, с учетом высокой влажности почвы в мае месяце. Однако среднесуточная температура воздуха в июне составила +19,9 °С, что было выше климатической нормы на 3,5 °С. Дневные температуры в первой половине месяца составляли +20...+25 °С, во второй повышались до +30 °С. Первая и вторая декада были засушливыми (выпало 40 и 48 % декадных норм), в третьей – около нормы. В июле и августе средняя температура воздуха также была выше климатической нормы.

Среднесуточная температура воздуха в мае 2022 г. была на 2,5 °С ниже климатической нормы и составила 10,8 °С. Аномально холодной была третья декада с выпадением большого количества осадков. Температура воздуха во всех трех декадах июня превышала среднюю многолетнюю. Первая и вторая декады характеризовались недостаточ-

ным количеством осадков (26,8 и 55,2 % от нормы), третья – избытком (выпало почти 1,5 месячные нормы). В целом за месяц выпало 77,9 % осадков от нормы. Температура воздуха и количество осадков в июле были на уровне средних многолетних показателей. В августе наблюдалась жаркая сухая погода (особенно во второй и третьей декадах).

Результаты показали, что в условиях 2021 г. гербицид мезотрион, который вносили сразу после высева фацелии пижмолистной, показал достаточно высокую биологическую эффективность:

- галинсога мелкоцветковая, ярутка полевая, яснотка полевая погибли более чем на 90 %;
- горец шероховатый и торица полевая – гибель выше 80 %;
- звездчатка средняя и марь белая – более чем на 70 %.

Несколько ниже была эффективность против паслена черного, численность которого снижалась на 57,1–85,7 %, вегетативная масса – на 42,5–84,7 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность мезотриона в посевах фацелии пижмолистной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», аг. Атолино, 30.06.2021 г.)

Виды сорных растений	Вариант без обработки, $\frac{\text{шт.}}{\text{м}^2}$ $\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$	Норма расхода, д.в. г/га	
		96	144
		снижение численности сорняков, % снижение массы сорняков, %	
Галинсога мелкоцветковая	42,5	94,5	96,5
	85,5	95,3	95,7
Горец шероховатый	22,5	80,0	82,2
	86,5	88,8	91,9
Звездчатка средняя	16,0	78,1	90,6
	34,5	85,9	98,3
Марь белая	70,0	76,4	85,7
	161,0	73,0	90,7
Паслен черный	7,0	57,1	85,7
	18,0	42,5	84,7
Торица полевая	14,5	86,2	86,2
	26,5	83,0	84,9
Ярутка полевая	32,0	96,9	100,0
	72,0	99,3	100,0
Яснотка пурпуровая	20,0	97,5	100,0
	45,5	95,6	100,0
Всего	230,0	84,1	90,7
	537,0	84,4	93,3

На опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки) в 2022 г. мезотрион также достаточно эффективно подавлял сорные растения: при количественном учете марь белая и пикульник обык-

новенный погибали на 93,9–100 %, при количественно-весовом их численность снижалась на 90,6–100 %, масса – на 89,3–100 %. Достаточно устойчивой оказалась фиалка полевая, снижение ее численности и массы находилось на уровне 45–60 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность мезотриона в посевах фацелии пижмолистной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, 2022 г.)

Виды сорных растений	Вариант без обработки, шт./м ² г/м ²	Норма расхода, д.в. г/га	
		96	144
		Снижение численности сорняков, % (31.05)	
Марь белая	720,0	93,9	97,5
Фиалка полевая	37,0	37,8	56,8
Пикульник обыкновенный	11,0	100,0	100,0
Всего	769,0	90,6	94,8
		Снижение численности сорняков, % Снижение массы сорняков, % (20.06)	
Марь белая	508,0	<u>90,6</u> 89,3	<u>97,0</u> 97,0
Фиалка полевая	10,0	<u>50,0</u> 45,2	<u>60,0</u> 61,3
Пикульник обыкновенный	3,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Всего	521,0	<u>89,8</u> 89,0	<u>96,4</u> 96,7

На участке в аг. Самохваловичи видовой состав сорных растений был представлен только падалицей яровой сурепицы, которая на участке произрастала в большом количестве – 286,0 шт./м². Гибель сурепицы при внесении мезотриона составила 97,6–99,3 %, снижение массы – 97,8–99,9 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность мезотриона в посевах фацелии пижмолистной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», аг. Самохваловичи, 20.06.2022 г.)

Вариант	Снижение, % к варианту без обработки	
	численности сурепицы	массы сурепицы
Вариант без обработки, шт./м ² , г/м ²	286,0	920,0
Мезотрион, 96 г д.в./га	97,6	97,8
Мезотрион, 144 г д.в./га	99,3	99,9

В целом следует отметить, что применение мезотриона, вносимого после посева до появления всходов фацелии пижмолистной, достаточно эффективно (>85 %) подавляет однолетние двудольные сорные растения (марь белую, звездчатку среднюю, сурепицу обыкновенную, торицу полевую и др. сорные виды).

Учет на селективность фацелии пижмолистной к мезотриону в 2021 г., выполненный через 31 день после обработки, показал, что действующее вещество оказывало определенное угнетающее действие на культуру – снижалась масса растений с 1 м², однако через 40 дней растения фацелии стали достаточно активно накапливать надземную массу в пересчете на 1 м² (таблица 4).

Таблица 4 – Чувствительность фацелии пижмолистной к мезотриону (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Масса растений в полевых опытах, г/м ²			
	аг. Атолино		аг. Прилуки	аг. Самохваловичи
	30.06.21 г.	09.07.21 г.	31.05.22 г.	20.06.22 г.
Вариант без обработки	45,5	214,0	113,1	140,0
Мезотрион, 96 г д.в./га	22,0	436,8	77,2	740,0
Мезотрион, 144 г д.в./га	23,8	317,8	54,5	670,0

Учеты, проведенные в 2022 г., также показали, что после внесения мезотриона в аг. Прилуки (через 33 дня после обработки) масса растений в начальные фазы роста фацелии накапливалась не так интенсивно, как в варианте без обработки, однако в аг. Самохваловичи (через 37 дней после обработки) масса растений фацелии по сравнению с вариантом без обработки увеличилась в 4,8–5,3 раза.

Таким образом, после применения мезотриона отмечается определенное фитотоксическое действие препарата на культуру (снижение величины накопления надземной массы растениями фацелии в начальные периоды роста и развития), однако чистые от сорных растений посеы способствуют разрастанию сохранившихся растений, формированию высокой вегетативной массы растений и более высокого урожая семян, который превышает вариант без обработки в 2,8–3 раза. Средняя урожайность по трем опытам с применением мезотриона составила 3,63–3,67 ц/га, что практически в 3 раза превышает вариант без обработки (1,11 ц/га) (таблица 5).

Опыты по изучению действующего вещества мезотрион желательнее провести в условиях регистрационных исследований, введя в схему

опыта варианты с применением гербицида в более поздние сроки (через 5–6 дней после посева), а также уточнить норму высева фацелии с целью снижения фитотоксичности гербицида для культуры.

Таблица 5 – Урожайность семян фацелии пижмолистной при внесении мезотриона (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность семян, ц/га			
	2021 г.	2022 г.	2022 г.	Среднее
Вариант без обработки	0,96	1,79	0,57	1,11
Мезотрион, 96 г д.в./га	3,20	6,23	1,57	3,67
Мезотрион, 144 г д.в./га	3,26	5,97	1,65	3,63
НСР ₀₅	0,60	1,44	0,11	0,60–1,44

Выводы. Применение мезотриона, вносимого после посева до появления всходов фацелии пижмолистной, достаточно эффективно (> 85 %) подавляет однолетние двудольные сорные растения (марь белую, звездчатку среднюю, сурепицу обыкновенную, торицу полевую и др. сорные виды). После применения мезотриона отмечается снижение величины накопления надземной массы культуры в начальные периоды роста и развития, однако чистые от сорных растений посеы способствуют разрастанию сохранившихся растений и более высокому урожаю семян. Средняя урожайность в вариантах с применением мезотриона составила 3,63–3,67 ц/га, что практически в 3 раза превышает вариант без обработки. Опыты по изучению действующего вещества мезотрион желательнo провести в условиях регистрационных исследований.

Список литературы

1. Савин, А. П. Технологии возделывания основных медоносных культур / А. П. Савин, Ю. В. Докукин. – Рязань: Рязоблтипография, 2010. – 111 с.
2. Клименкова, Е. Т. Медоносы и медосбор /Е. Т. Клименкова, Л. Г. Кушнир, А. И. Бачило. – Минск: Ураджай, 1980. – 280 с.
3. Рибалко, Я. Фацелия – медоно, сидерат та кормова культура / Я. Рибалко // Пропозиция. – 2005. – №8/9. – С. 40–41.
4. Competitiveness and Essential Oil Phytotoxicity of Seven Annual Aromatic Plants Weed Science [Electronic resource] / K. Dhima [et al.]. – 2010. – Mode of access: <http://www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/profann-7f581956.pdf>. – Date of access: 14.09.2010.
5. Якимович, Е. А. Снижение вредоносности сорных растений в посевах фацелии пижмолистной / Е. А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 2. – С. 38–43.
6. Якимович, Е. А. Защита лекарственных, пряно-ароматических и медоносных растений от сорной растительности: монография / Е. А. Якимович; Ин-т защиты растений. – Минск: Колоград, 2018. – 272 с.
7. Radziszewski, J. Usefulness of herbicides to weeds control in Phacelia crops / J. Radziszewski, H. Rola // Progress in Plant Protection. – 1999. – Vol. 39, № 2. – P. 629–632.

8. Kaczmarek, S. Weed control efficacy and selectivity of herbicides in *Phacelia tanacetifolia* cultivation / S. Kaczmarek, K. Adamczewski // *Progress in Plant Protection*. – 2007. – Vol. 47, № 3. – P. 125–128.

9. Stevenson, K. *Phacelia*: Some management notes / K. Stevenson // *Proceedings Agronomy Society of New Zealand*. – 1991. – Vol. 21. – P. 79–82.

10. Moulton, L. Tolerance of Flowers Grown for Seed to Herbicides [Electronic resource] / L. Moulton, E. Peachey // Horticulture Department, Oregon State University. – Mode of access: https://kipdf.com/tolerance-of-flowers-grown-for-seed-to-herbicides_5ac7c9781723dde194e8ff5c.html. – Date of access: 05.07.2022.

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, 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

USE OF MESOTRION IN PHACELIA TANACETIFOLIA

Annotation. Pre-emergence application of mesotrione after sowing *phacelia tanacetifolia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), suppresses quite effectively (> 85%) annual dicotyledonous weeds: pigweed, chickweed, winter cress, common spurry and other weed species. After applying mesotrione, there is a reduction in accumulation of above-ground mass of the crop at the initial stage of growth and development, however, crops free of weeds contribute to the growth of surviving plants and a higher seed yield. The average yield in the variants with mesotrione is 3,63–3,67 dt/ha, which is almost 3 times higher than the variant without treatment. It is advisable to conduct experiments on mesotrione under the conditions of registration studies.

Key words: *Phacelia tanacetifolia*, *Phacelia tanacetifolia* Benth., weeds, herbicides, soil action, seed yield.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 633.11«321»:632.484(476)

Е.И. Жук

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

ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* LINK, КОНТАМИНИРУЮЩИХ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 07.06.2023

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

Аннотация. В статье приведена информация об инфицированности и видовом составе грибов рода *Fusarium* Link, контаминирующих зерна районированных на территории Беларуси сортов яровой пшеницы Дарья, Любава, Славянка, Сударыня. К числу доминирующих грибов рода *Fusarium* в патогенном фузариозном комплексе, представленном 6 видами, отнесен гриб *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. Четкой дифференциации по частоте встречаемости видов *Fusarium* spp. в зависимости от сорта яровой пшеницы не выявлено.

Ключевые слова: яровая пшеница, *Fusarium* Link, зерно, патогенный комплекс, частота встречаемости, индекс Шеннона.

Введение. Грибы рода *Fusarium* широко известны во всем мире. Представители этого рода поражают широкий круг растений, по типу питания относятся к факультативным паразитам. В зерновом агроценозе виды этого рода присутствуют на протяжении всего периода вегетации: они способны поражать семена, вегетативные и генеративные органы растений. Отличительной особенностью болезней, вызываемых грибами рода *Fusarium*, является их специфическая этиология, основанная на участии в патогенном процессе комплекса, представленного несколькими видами [2, 3, 14]. Вредоносность возбудителей заключается в снижении количества и качества урожая [4, 11].

Патогенные комплексы грибов рода *Fusarium* – это динамичные системы, способные изменяться под влиянием различных агротехнических и агроклиматических факторов как по составу, так и по доле участия каждого отдельного вида [10, 12]. Видовой состав фузариевых грибов, поражающих разные культуры, так и органы зерновых, различен. По данным В. А. Захаренко, в конце 90-х гг. в Германии и Великобритании на посевах зерновых культур выявлено 15 видов

возбудителей фузариоза колоса, но чаще встречались *Fusarium graminearum* Schwabe, *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. [5]. В условиях республики видовое разнообразие грибов, изолированных с зерновок яровой пшеницы, в начале 2000-х гг. было представлено 2 видами: *Fusarium oxysporum* Schltdl. и *F. culmorum* [8]. В более ранних исследованиях (середина 70-х гг.) отмечалось преобладание на корневой системе культуры видов *F. avenaceum*, *Fusarium heterosporum* Nees & T. Nees, *Fusarium javanicum* Koord. и др. [1]. В исследованиях Тороповой Е. Ю. с соавторами указывается, что на подземных органах зерновых культур паразитирует в 3 раза больше видов фузариевых грибов, чем на колосе, который является для них дополнительной экологической нишей, реализуемой в благоприятных гидротермических условиях на восприимчивых сортах [13]. На корневой системе яровой пшеницы в условиях Западной Сибири доминирующим из 10 основных видов был *F. poae* [15]. Данные проводимого мониторинга патогенных комплексов грибов рода *Fusarium*, поражающих как корневую систему, так и зерна яровой пшеницы, свидетельствуют о постепенной смене доминирующих видов. В связи с этим особую актуальность приобретает систематический мониторинг видового состава грибов рода *Fusarium*.

Материалы и методика поведения. Исследования проведены в 2021–2022 гг. на опытном поле и в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Оценивали зараженность семян сортов яровой пшеницы, полученных под посев из различных районов РБ, а также значения показателя после их возделывания в условиях опытного поля (новый урожай). Почвы опытного участка дерново-подзолистые, среднесуглинистые. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания яровой пшеницы в центральной агроклиматической зоне Беларуси [7]. Для проведения исследований были использованы непротравленные семена районированных сортов яровой пшеницы Дарья, Любава, Славянка, Сударыня. В период вегетации фунгициды не применяли.

Для краткой характеристики периода, в течение которого происходит заражение колоса яровой пшеницы возбудителями фузариоза (период цветения культуры), что чаще всего приходится на 3 декаду июня – 2 декаду июля, использовали гидротермический коэффициент (ГТК), который вычисляли по формуле [9]:

$$ГТК = \frac{\sum \text{осадков}}{\sum \text{активного тепла}} \times 10$$

Сведения о происхождении семян под посев, а также гидротермические условия их выращивания, представлены в таблице 1.

Семена всех сортов яровой пшеницы под посев 2021 г. были выращены в условиях оптимального увлажнения. Условия выращивания

семян под посев 2022 г. отличались географически и по характеристикам гидротермического режима. Семена сорта Дарья были получены в условиях избыточного увлажнения конца июня – середины июля, сортов Любава и Славянка – оптимального, а сорта Сударыня – слабого.

Таблица 1 – Характеристика вегетационных сезонов, в условиях которых были получены семена под посев яровой пшеницы (по данным Республиканского гидрометеорологического центра)

Сорт	2020 г.		2021 г.	
	Место выращивания семян	ГТК (3 дек. июня – 2 дек. июля)	Место выращивания семян	ГТК (3 дек. июня – 2 дек. июля)
Дарья	Минская обл., Червенский р-н	1,4 (оптимальное увлажнение)	Гродненская обл., г. Щучин	1,6 (избыточное увлажнение)
Любава			Минская обл., Червенский р-н	1,3 (оптимальное увлажнение)
Славянка				
Сударыня			Витебская обл., Витебский р-н	0,2 (слабое увлажнение)

Погодные условия при возделывании сортов в условиях опытного поля представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Метеорологические данные за период III декада июня – II декада июля 2021–2022 гг. (метеостанция аг. Прилуки Минского района)

Показатель		2021 г.			2022 г.		
		июнь		июль	июнь		июль
		III	I	II	III	I	II
Температура воздуха, °С	средняя	22,6	22,1	24,1	20,9	20,0	15,2
	± к норме	+5,5	+4,2	+5,5	+3,8	+2,1	-3,4
Количество осадков, мм	сумма	37,0	21,2	39,2	17,8	29,4	55,4
	% от нормы	112,1	68,4	130,7	53,9	94,8	184,7
Относительная влажность воздуха, %		78,0	78,0	69,0	76,0	76,0	86,0
ГТК		1,4			1,8		
Характеристика периода		оптимальное увлажнение			избыточное увлажнение		

В период цветения яровой пшеницы в условиях 2022 г. обеспеченность осадками была выше, чем в аналогичный период 2021 г.: 184,7 и 130,7 % от нормы соответственно. Среднедекадная температура воздуха при этом в 2022 г. оказалась ниже нормы на 3,4 °С, а в 2021 г. – выше нормы на 5,5 °С. Таким образом, в 2021 г. в условиях опытного поля в период цветения яровой пшеницы соотношение количества осадков и активного тепла обеспечило оптимальное увлажнение в этот период, а в 2022 г. – избыточное.

Выделение грибов рода *Fusarium* из зерен осуществляли в лабораторных условиях с использованием картофельно-сахарозного агара.

После предварительной промывки и стерилизации зерна раскладывали на поверхность агаризованной питательной среды в чашки Петри. Через 7–10 дней инкубации выросшие колонии пересевали в пробирки на скошенный агар для дальнейшей идентификации и хранения.

Видовую идентификацию грибов *Fusarium* spp. осуществляли с помощью определителя, составленного W. Gerlach и H. Nirenberg [16].

Частоту встречаемости (%) каждого вида в пробе оценивали как отношение количества его колоний к общему количеству изолятов рода *Fusarium* в этой же пробе.

Для характеристики видового разнообразия грибов рода *Fusarium* использовали показатель «индекс Шеннона», который вычисляли по формуле [17]:

$$H'' = - \sum p_i \times \ln(p_i),$$

где H'' – индекс Шеннона, p – число особей i -го вида.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенных исследований (фитоэкспертизы) семенного материала и зерна нового урожая, свидетельствуют об отсутствии образцов, свободных от грибной инфекции. Патогенный комплекс грибов, изолированных из семян и зерен яровой пшеницы, был представлен грибами родов *Fusarium* и *Alternaria* Nees (таблица 3).

Таблица 3 – Структура доминирования грибов патогенного комплекса, контаминирующего семена и зерна различных сортов яровой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, 2021 г.)

Грибы	Частота встречаемости грибов, %							
	семена под посев				зерна нового урожая			
	Дарья	Любава	Славянка	Сударыня	Дарья	Любава	Славянка	Сударыня
<i>Fusarium</i> spp.	0,0	11,1	30,0	0,0	14,0	11,8	18,4	10,0
<i>Alternaria</i> sp.	89,2	59,3	58,3	90,9	57,0	39,2	30,6	66,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
Прочие	10,8	29,6	11,7	9,2	29,0	49,0	49,0	24,0

Примечание. «Прочие» – *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и др.

Частота встречаемости фузариевых грибов на семенном материале находилась в пределах от 0,0 (Дарья, Сударыня) до 30,0 % (Славянка), на зерне нового урожая 2021 г. – от 10,0 (Сударыня) до 18,4 % (Славянка) в зависимости от сорта.

По-прежнему остается высокой частота встречаемости грибов рода *Alternaria* – от 30,6 до 90,9 % в зависимости от сорта и партии. В то же время по данным исследователей, грибы рода *Alternaria* не вызывают существенного снижения количественных показателей урожая [6]. Доля участия обширной группы прочих грибов (*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и др.) в комплексе составляла 9,2–49,0 %.

Видовой состав грибов рода *Fusarium*, контаминирующих семена под посев яровой пшеницы в 2021 г., был представлен 3 видами: *F. avenaceum*, *Fusarium sporotrichioides* Sherb., *F. poae*. На зерне нового урожая 2021 г. идентифицировано 6 видов: наряду с вышеназванными видами, встречались грибы *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* (таблица 4).

Структура доминирования грибов рода *Fusarium*, контаминирующих семена и зерна различных сортов яровой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, 2021 г.)

Виды рода <i>Fusarium</i>	Частота встречаемости грибов, %									
	семена под посев				среднее	зерна нового урожая				среднее
	Дарья	Любава	Славянка	Сударыня		Дарья	Любава	Славянка	Сударыня	
<i>F. avenaceum</i>	0,0	100,0	72,2	0,0	43,1	21,4	50,0	22,3	40,0	33,4
<i>F. sporotrichioides</i>	0,0	0,0	5,6	0,0	1,4	14,3	0,0	33,3	0,0	11,9
<i>F. poae</i>	0,0	0,0	22,2	0,0	5,6	35,8	33,3	0,0	20,0	22,3
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	11,1	0,0	6,4
<i>F. oxysporum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	5,0
<i>F. graminearum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>Fusarium spp.*</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	16,7	33,3	20,0	19,3
Всего изолятов, шт.	0	6	18	0		14	6	9	5	
Индекс Шеннона	0,0	0,0	0,7	0,0		1,6	1,0	1,3	1,3	

Примечание – «*» – не идентифицированные виды из различных секций.

В целом, в 2021 г. было выделено от 5 до 18 изолятов и от 1 до 3 видов грибов рода *Fusarium* в зависимости от сорта и партии, за исключением семян сортов Дарья и Сударыня, которые были свободны от фузариозной инфекции. В исследованиях 2021 г. чаще всего изолировался вид *F. avenaceum* – частота его встречаемости на семенном материале в среднем составляла 43,1 %, а на зернах нового урожая – 33,4 %.

Видовой состав грибов рода *Fusarium*, контаминирующих зерна нового урожая, был более обширен, о чем свидетельствует индекс Шеннона, который колебался в этом случае от 1,0 до 1,6 в зависимости от сорта, тогда как на семенах значение этого показателя не превышало 0,7.

Семенной материал сортов яровой пшеницы, полученный под посев 2022 г., был выращен в агроклиматических условиях, характеризовавшихся различной увлажненностью. Инфицированность семян грибами рода *Fusarium* составляла 4,0–13,0 %. Семена сорта Сударыня, которые были получены в условиях недостаточной увлажненности (3 декада июня – 2 декада июля), были инфицированы фузариями в меньшей степени, чем семена сорта Дарья и сортов Любава и Славянка, которые

выращивались в условиях избыточной и оптимальной увлажненности соответственно (таблица 5). Следует отметить, что инфекция гриба *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. на семенах не встречалась, инфицированность грибами *Alternaria* spp. составляла 28,0–57,0 %, прочими грибами – 38,0–65,0 %.

Таблица 5 – Структура доминирования грибов патогенного комплекса, контаминирующего семена и зерна различных сортов яровой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, 2022 г.)

Комплекс грибов	Частота встречаемости грибов, %							
	семена под посев				зерна нового урожая			
	Дарья	Любава	Славянка	Сударья	Дарья	Любава	Славянка	Сударья
<i>Fusarium</i> spp.	7,0	11,0	13,0	4,0	8,2	17,8	8,7	23,0
<i>Alternaria</i> spp.	28,0	51,0	45,0	57,0	53,2	50,0	52,7	48,4
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,6	0,6
Прочие	65,0	38,0	42,0	39,0	38,6	30,8	36,0	28,0

Примечание. «Прочие» – *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и др.

В условиях опытного поля в 2022 г. дождливая и прохладная погода во второй декаде июля обусловила благоприятные условия для развития фузариоза колоса и способствовала широкому видовому разнообразию грибов этого рода на зерне яровой пшеницы нового урожая. Результаты проведенных микологических исследований показали, что состав микобиоты зерна нового урожая был представлен грибами *Fusarium* и *Alternaria*, а также отмечался грибок *Bipolaris sorokiniana*. Частота встречаемости фузариевых грибов составляла 8,2–23,0 %, альтернариевых – 48,4–53,2 %. Грибок *Bipolaris sorokiniana*, возбудитель гельминтоспориозной корневой гнили, был отмечен в 3 пробах (сорта Любава, Славянка, Сударья) из 4, частота его встречаемости не превышала 2,6 % (сорт Славянка).

Видовой состав фузариевых грибов на семенах был представлен 4 видами (индекс Шеннона от 0,6 до 1,2), на зерне яровой пшеницы урожая 2022 г. – 8 видами (индекс Шеннона от 1,0 до 1,6). Число выделенных из семян изолятов не превышало 13, из зерен нового урожая – составляло от 13 до 37 штук в зависимости от сорта (таблица 6).

К числу доминирующих видов рода *Fusarium* как на семенах, так и на зернах нового урожая, отнесен грибок *F. avenaceum*, частота встречаемости которого составляла 55,0 и 38,1 % соответственно. Отмечена высокая частота встречаемости гриба *F. sporotrichioides* (на семенах, в среднем 21,8 %) и *F. culmorum* (на зернах, в среднем 28,2 %). Средняя частота встречаемости видов *F. poae*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium cerealis* (Cooke) Sacc., в среднем не превышала 6,7 %.

Таблица 6 – Структура доминирования грибов рода *Fusarium*, контаминирующих семена и зерна различных сортов яровой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, 2022 г.)

Виды рода <i>Fusarium</i>	Частота встречаемости грибов, %									
	семена под посев				среднее	зерно нового урожая				среднее
	Дарья	Любава	Славянка	Сударья		Дарья	Любава	Славянка	Сударья	
<i>F. avenaceum</i>	71,4	54,5	69,2	25,0	55,0	50,1	34,6	46,1	21,6	38,1
<i>F. poae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	15,4	0,0	6,7
<i>F. sporotrichioides</i>	28,6	18,2	15,4	25,0	21,8	0,0	15,4	0,0	0,0	3,9
<i>F. culmorum</i>	0,0	18,2	0,0	0,0	4,6	28,6	19,3	0,0	64,9	28,2
<i>F. graminearum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	3,9
<i>F. oxysporum</i>	0,0	9,1	0,0	0,0	2,3	7,1	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>F. equiseti</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	3,8	7,7	5,4	6,0
<i>F. cerealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	1,4
<i>Fusarium spp.*</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	15,4	15,4	2,7	10,2
Всего изолятов, шт.	7	11	13	4		14	26	13	37	
Индекс Шеннона	0,6	1,2	0,8	1,0		1,3	1,6	1,4	1,0	

Примечание – «*» – не идентифицированные виды из различных секций.

Заключение. Таким образом, обобщая полученные результаты двухлетних исследований, можно сделать вывод о том, что на зерне яровой пшеницы в настоящее время доминирующим видом рода *Fusarium* является гриб *F. avenaceum*. Частота встречаемости видов *F. poae*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* является высокой и составляет 21,8–28,2 %. Встречаемость грибов *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. cerealis* – существенно меньше и не превышает 6,0 %. Четкой дифференциации по частоте встречаемости видов *Fusarium spp.* в зависимости от сорта яровой пшеницы не выявлено.

Исследования выполнены по заданию «Изучение комплекса грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)» в рамках Государственной научной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограммы «Плодородие почв и защита растений», номер Государственной регистрации 20211442.

Список литературы

1. Бенкен, А. А. Возбудители корневых гнилей яровой пшеницы в эколого-географических зонах Башкирской АССР / А. А. Бенкен, Р. В. Жукова // Микология и фитопатология. – 1974. – Т. 8, вып. 1. – С. 31–37.
2. Видовой состав грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль яровых зерновых культур / Н. А. Крупенько [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 2 (141). – С. 40–43.
3. Видовой состав и вредоносность грибов рода *Fusarium*, вызывающих фузариоз

колоса озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях Беларуси / С. Ф. Буга [и др.] // Микология и фитопатология. – 2005. – Т. 39, вып. 5. – С. 73–79.

4. Гагкаева Т. Ю. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 12. – С. 13–15.

5. Захаренко, В. А. Фузариоз колоса в Западной Европе / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 1997. – № 12. – С. 12–13.

6. Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии / А. г. Жуковский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трешко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 84–95.

7. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов // Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ. Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Бел. Наука, 2012. – 287 с.

8. Роль сорта в формировании видовой разнообразия грибов рода *Fusarium* в агроценозах яровых зерновых культур Республики Беларусь / С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 48–54.

9. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / г. Т. Селянинов // Мировой агроклимат. справ. / Агро-гидрометеорол. ин-т ; сост.: Г. Т. Селянинов [и др.]. – Л.-М., 1937. – С. 5–27.

10. Торопова, Е. Ю. Эпифитиология: учебное пособие / Е. Ю. Торопова, г. Я. Стецов, В. А. Чулкина ; ред. : А. А. Жученко, В. А. Чулкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: [б. и.], 2011. – 711 с.

11. Факторы, влияющие на накопление фузариозных микотоксинов в зерне / Н. А. Крупенько [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 1. – С. 46–58.

12. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.]. – М., 2011. – 52 с. – (Прилож. к журн. «Защита и карантин растений». – 2011. – № 5).

13. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 23–26.

14. Шипилова, Н. П. Фузариоз колоса и зерна в Северо-Западном регионе России / Н. П. Шипилова, Т. Ю. Гагкаева // Защита растений. – 1992. – № 11. – С. 7–8.

15. Экологические ниши грибов рода *Fusarium* Link. на растениях разных сортов яровой пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Агрохимия. – 2021. – № 10. – С. 53–61.

16. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin : Commissionsverlag Parey, 1982. – 406 p.

17. Shannon, C. E. A mathematical theory of communication / C. E. Shannon // Bell System Technical Journal. – 1948. – Vol. 27, iss. 3. – P. 379–423.

E.I. Zhuk

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

SPECIES COMPOSITION OF FUSARIUM FUNGI ON GRAIN OF SPRING WHEAT IN BELARUS

Annotation. The article provides information about the infection and species composition of *Fusarium* fungi, contaminating grains of spring wheat varieties Darya, Lyubava, Slavyanka, Sudarynia in Belarus. The fungus *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc is among the dominant species of the genus *Fusarium*. There is no clear differentiation in the frequency of occurrence of certain types of *Fusarium* spp. depending on the variety of spring wheat.

Key words: spring wheat, *Fusarium* Link, grain, pathogenic complex, frequency of occurrence, Shannon index.

М.В. Конопацкая, И.Г. Волчкевич

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

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ДИТИЛЕНХОЗА КАРТОФЕЛЯ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.05.2023

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки развития стеблевой нематоды (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945) в период хранения картофеля. Определено, что в хозяйствах Беларуси присутствуют партии картофеля зараженные дитиленхозом с распространенностью до 6,0 %. Первые клубни с признаками поражения стеблевой картофельной нематодой обнаружены во время уборки. Выявлено, что в период хранения развитие болезни увеличивается в 8,8 раз. Установлено, что наиболее интенсивное накопление инфекции происходит в первые два месяца хранения.

Ключевые слова: картофель, *Ditylenchus destructor*, стеблевая нематода, дитиленхоз, развитие.

Введение. В настоящее время известно более 3000 видов фитогельминтов, из которых только около 500 являются возбудителями серьезных заболеваний растений, таких как дитиленхоз риса, дитиленхоз сахарной свеклы, гетеродероз сои, мелойдогиноз овощных культур закрытого грунта и других [7, 10]. Фитогельминты паразитируют в различных органах и тканях сельскохозяйственных культур, в том числе и в клубнях картофеля [7].

В Беларуси среди фитонематод на картофеле паразитируют 2 наиболее опасных вида: золотистая картофельная (*Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens) и стеблевая (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945) нематоды.

По своей вредоносности особенно выделяется стеблевая нематода, которая наносит значительный ущерб картофелю, как в период вегетации, так и при хранении. Фитогельминт в настоящее время занимает одно из первых мест по распространенности в стране. Так, по данным Ильяшенко Д. А. [5], стеблевая нематода отмечалась в 69,7 % обследованных партиях семенного картофеля, со средней распространенностью по республике до 6,5 %. В то же время Волчкевич И. Г. и коллеги [2] сообщают, что в последние годы пораженность клубней дитиленхозом не превышает 0,8 % и встречается в центральной и южной агроклиматических зонах республики.

Вредоносность *D. destructor* на растениях картофеля проявляется в задержке роста на 36,7–45,5 %, значительном сокращении количества

стеблей в кусте на 22,9–60,4 %, снижении выхода товарных клубней на 25,0–75,0 % [4]. Кроме того, в клубнях, пораженных стеблевой нематодой, происходят биохимические процессы, которые в последствии приводят к изменению качества крахмала (повышается температура клейстеризации, уменьшается вязкость) и его количества [1, 8]. Так, содержание крахмала может снижаться на 4,0–29,3 % [1, 4].

Известно, что поражение картофеля дитиленхозом приводит к снижению урожайности клубней на 21,3–45,8 %, а также большим потерям уже собранного урожая в период хранения, усугубляя развитие грибных и бактериальных болезней [1, 4]. Кроме того, заболевание ухудшает семенные и товарные качества клубней, может вызывать тяжелые отравления мелкого и крупного рогатого скота [7, 9]. В отдельные годы общий ущерб, причиняемый нематодой при хранении, может достигать 80,0 % и более [1, 11].

При поражении картофеля стеблевой нематодой снижается не только количество урожая, но и его качество, ведь личинки нематод при внедрении в растение повреждают естественные защитные барьеры картофеля и тем самым открывают путь для проникновения различных инфекций [1, 3, 11].

В литературе имеются сведения о том, что повреждение картофеля фитогельминтом создает предпосылки для эпифитийного развития сухой фузариозной и мокрой бактериальной гнилей клубней во время хранения [5].

В связи с этим целью данной работы являлось изучение динамики развития дитиленхоза картофеля в осенне-зимний период.

Материалы и методика. Исследования выполняли в 2019–2022 гг. на раннем сорте картофеля Лилея, среднераннем – Манифест, среднеспелом – Скарб, и среднепозднем – Вектор на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях и в хранилище РУП «Институт защиты растений».

Маршрутное обследование партий картофеля в 2019–2022 гг. проводилось на базе типовых картофелехранилищ с разным типом хранения. Всего было обследовано 150 партий картофеля из 58 хозяйств республики.

Инвазионный фон стеблевой нематоды создавали путем внесения под каждый клубень во время посадки измельченных, зараженных *D. destructor* клубней из расчета 6–9 тыс. живых дитиленхов на 1 клубень [6].

Определение распространенности и развития стеблевой картофельной нематоды в период хранения осуществляли на 100 клубнях по количеству и весу больных: 1-ю оценку проводили при уборке, 2-ю – через 2 месяца хранения, 3-ю – через 4 месяца и 4-ю – через 6 месяцев. Во время учётов осматривали каждый клубень с определением степени поражения поверхности дитиленхозом в процентах (от 0 до 100 %). Распространенность (Р) и развитие (R) болезни на клубнях выражали в % и определяли по общепринятым в гельминтологии формулам [6].

Коэффициент накопления инфекции рассчитывали, как отношение развития дитиленхоза на дату учета к предыдущей оценке.

Результаты и обсуждения исследований. Известно, что распространенность дитиленхоза в Беларуси носит в основном локальный характер [5], что подтвердилось нами в результате проведения маршрутных обследований картофелехранилищ в 2019–2022 гг. Так, при мониторинге в весенний период было установлено, что от 2,8 до 16,7 % партий картофеля заражены стеблевой нематодой. Распространенность дитиленхоза в пораженных образцах составила 0,9–6,0 %, в среднем по республике зараженность семенного материала дитиленхами варьировала от 1,0 до 3,2 % (таблица 1).

Таблица 1 – Распространенность дитиленхоза в партиях семенного картофеля (маршрутные обследования)

Год	Количество партий			Распространенность дитиленхоза, %		
	обследованных, шт.	пораженных дитиленхозом		min	max	среднее
		шт.	%			
2019	46	6	13,0	1,0	6,0	3,2
2020	30	5	16,7	0,9	3,2	2,2
2021	38	2	5,3	1,0	2,0	1,5
2022	36	1	2,8	1,0	1,0	1,0

При выращивании картофеля в полевых условиях определено, что клубни с признаками поражения стеблевой нематодой в виде свинцово-серых пятен на их поверхности с характерным металлическим блеском под которыми имеются белые участки рыхлой ткани, где сосредоточены нематоды, отмечаются уже к моменту уборки. Установлено, что распространенность дитиленхоза на клубнях нового урожая составила 11,1–46,7 %, что превышает порог вредоносности (5,1 % пораженных в разной степени клубней) [5] в несколько раз (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика развития дитиленхоза на клубнях картофеля во время хранения (хранилище РУП «Институт защиты растений»)

Сорт	Год	Учет проведен							
		во время уборки		через 2 месяца хранения		через 4 месяца хранения		через 6 месяцев хранения	
		R	P	R	P	R	P	R	P
Скарб	2019	4,8	23,6	8,9	25,7	12,0	29,4	18,2	30,8
Лилея		13,0	46,7	19,7	50,8	26,4	52,9	33,3	55,0
Манифест	2020	2,4	23,0	8,7	28,6	25,0	53,2	31,3	53,6
Вектор		3,6	19,4	8,2	19,8	17,0	30,3	17,6	34,6
Манифест	2021	0,6	13,0	4,1	13,6	5,3	14,6	8,9	20,1
Вектор		0,6	11,1	2,9	20,1	7,1	20,9	8,3	27,7

Примечание: R – развитие болезни, %; P – распространенность, %.

Наибольшее количество клубней поврежденных стеблевой нематодой было обнаружено у сорта Лилея (46,7 %), а наименьшее – у сорта Вектар (11,1 %), что согласуется с литературными данными, по которым ранние сорта поражаются дитиленхозом сильнее поздних [4]. При проведении микроскопирования было подтверждено заражение клубней нематодами *D. destructor*.

Дальнейшие наблюдения за динамикой развития заболевания показали, что в течении всего периода хранения отмечали постепенное увеличение распространенности и развития дитиленхоза на клубнях, которое достигло своего максимума через 6 месяцев хранения, то есть в предпосадочный период. Так, по результатам учета распространенность стеблевой нематоды, за период хранения в 2019 г. увеличилась на 7,2 и 8,3 % соответственно сортам Скарб и Лилея, в 2020 г. – 30,6 и 15,2 %, в 2021 г. – 7,1 и 16,6 % соответственно сортам Манифест и Вектор.

Мониторинг степени развития болезни в период хранения показал, что наиболее интенсивно нарастание дитиленхоза произошло в 2021 г., когда развитие увеличилось с 0,6 % до 8,9 % (Манифест) и 8,3 % (Вектор) или в 14,8 и 13,8 раз соответственно.

Таким образом, распространенность заболевания к концу периода хранения увеличилась в среднем в 1,8 раз, в то время как развитие в 8,8 раз.

В целом же, оценивая, представленные на рисунке данные, можно констатировать неравномерность нарастания дитиленхоза по месяцам в течении хранения. Так, если проанализировать скорость нарастания инфекции по учетам, то можно увидеть, что в первые 2 месяца идет наиболее интенсивное увеличение инфекции (в 3,5 раза) по сравнению с остальным периодом и к концу хранения не превышало 1,3 раза (рисунк).



Рисунок – Скорость накопления инфекции дитиленхоза в период хранения картофеля по отношению к предыдущему учету

Анализируя пораженность клубней дитиленхозом во время хранения установлено, что в первые два месяца после уборки увеличение степени развития инфекции была максимальной и в зависимости от сорта и года произрастания повысилась в 1,5–6,8 раз по отношению к предыдущему учету (во время уборки). При сравнении сортов через 2 месяца хранения можно заключить, что сильнее всего развитие стеблевой нематоды происходило в клубнях сорта Манифест, где коэффициент накопления инфекции достигал 6,8. В первые 2 месяца хранения температура в хранилище еще поддерживается на достаточном уровне для развития стеблевой нематоды, так как проходит лечебный период, а за ним происходит постепенное охлаждение картофельной массы.

К концу хранения картофеля интенсивность развития дитиленхоза снизилась, скорее всего за счет неблагоприятных условий для размножения нематоды, которые заключаются в снижении температуры в хранилище до +4...+5 °С, то есть минимальной при которой дитиленхи способны к инвазии [4].

Заключение. Таким образом, в период хранения картофеля присутствуют партии зараженные дитиленхозом, с распространенностью в среднем по республике от 0,9 до 6,0 %. Установлено, что в зависимости от года исследований распространенность дитиленхоза в партиях картофеля варьирует от 2,8 до 16,7 %.

Выявлено, что уже во время уборки картофеля обнаруживаются клубни с признаками дитиленхоза. При этом распространенность заболевания может достигать 46,7 %, а развитие 13,0 %.

Во время хранения картофеля отмечено нарастание болезни на всех изучаемых сортах и к его окончанию распространенность дитиленхоза увеличилась в среднем в 1,8 раз, а развитие в 8,8 раз.

Установлена неравномерность нарастания дитиленхоза по месяцам в течении хранения. Так, в первые 2 месяца идет наиболее интенсивное увеличение инфекции (в среднем в 3,5 раза), а в последующие скорость развития заболевания снижается и через 4 месяца хранения увеличивается в 1,9 раза, через 6 месяцев – в 1,3 раза.

Список литературы

1. Волчкевич, И. Г. Дитиленхоз картофеля (стеблевая нематода картофеля): биология и меры борьбы / И. Г. Волчкевич, М. В. Конопацкая // Белорус. сел. хоз-во. – 2021. – № 3 (227). – С. 123–125.
2. Фитосанитарная оценка клубней картофеля и их предпосадочная обработка / И. Г. Волчкевич [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. – 2022. – № 4. – С. 132–135.
3. Ерохова, М. Методы борьбы со стеблевой нематодой рода *Ditylenchus*. Подход стран ЕС / М. Ерохова, М. Кузнецова // Картофельная система. – 2022. – № 1. – С. 28–32.
4. Иванюк, В. Г. Дитиленхоз картофеля в Беларуси: пособие / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Уч.-метод. центр Минсельхозпрода ; сост.: В. Г. Иванюк, Д. А. Ильяшенко, Г. К. Журомский. – Минск: [б. и.], 2008. – 104 с.

5. Ильяшенко, Д. А. Особенности проявления дитиленхоза картофеля и меры борьбы с ним в условиях Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Д. А. Ильяшенко; Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – п. Прилуки, Минский р-н, 2006. – 20 с.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний нематод для защиты картофеля от стеблевой (*Ditylenchus* spp.) и цистообразующих (*Globodera* spp.) нематод / М. В. Конопатская [и др.]; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2020. – 19 с.
7. Мигунова, В. Д. Природные враги фитогельминтов и основы разработки биологических средств защиты растений от гельминтозов / В. Д. Мигунова, А. А. Шестеперов // Рос. паразитол. журн. – 2007. – № 1. – С. 78–86.
8. Придаников, М. Нематода. Скрытая угроза / М. Придаников // Картофельная система. – 2019. – № 3. – С. 14–17.
9. Расулов, Ш. А. Зараженность стеблевой нематодой клубней картофеля на рынке № 2 г. Махачкала / Ш. А. Расулов, А. Р. Гасанов // Вестн. соц.-пед. ин-та. – 2018. – № 1 (25). – С. 9–21.
10. Шестеперов, А. А. Оценка фитосанитарного риска возможного проникновения и распространения возбудителей нематодных карантинных болезней в РФ / А. А. Шестеперов // Рос. паразитол. журн. – 2007. – № 1. – С. 46–52.
11. Шестеперов, А. А. Дитиленхоз картофеля: распространение, эпифитотология, диагностика / А. А. Шестеперов, К. О. Бутенко // Защита картофеля. – 2010. – № 1. – С. 6–37.

M.V. Konopatskaya, I.G. Volchkevich

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

DYNAMICS OF THE POTATO STEM NEMATODE DEVELOPMENT DURING STORAGE

Annotation. The article presents the results of assessing the development of the potato stem nematode (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945) during the period of potato storage. It was determined that in the farms of Belarus there are batches of potatoes infected with ditylenchosis with a prevalence of up to 6,0 %. The first tubers with signs of damage to the stem potato nematode were found during harvesting. It was revealed that during the storage period, the development of the disease increases by 8,8 times. It has been established that the most intensive accumulation of infection occurs in the first two months of storage.

Keywords: potato, *Ditylenchus destructor*, stem nematode, ditylenchos, development.

Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Е.И. Жук, Т.Г. Пилат, В.А. Радивон, А.А. Жуковская, Н.А. Бурнос, Н.Г. Поплавская, В.Г. Лешкевич, Н.Л. Свидуневич, А.Н. Халаев, И.Н. Одицова, А.А. Апресян

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

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM*

Дата поступления статьи в редакцию: 08.09.2023

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация. Представлены данные по видовому составу грибов рода *Fusarium* на семенах озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, тритикале, овес). Самая высокая инфицированность была на семенах озимой ржи – 22,7–41,2 %. В зависимости от культуры были идентифицированы от 4 до 7 видов. На озимой пшенице преобладали виды *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* и *F. poae*; на озимой тритикале – *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимой ржи – *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимом ячмене – *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*. В партиях яровой пшеницы чаще встречались *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, яровых ячменя и тритикале – *F. avenaceum*, овса – *F. poae*, *F. equiseti*.

Ключевые слова: зерновые культуры, семена, виды *Fusarium*, частота встречаемости.

Введение. Фузариоз колоса зерновых культур, вызываемый грибами рода *Fusarium*, является одной из наиболее серьезных проблем во всех регионах мира. Помимо прямого отрицательного влияния на урожайность, возбудители болезни обуславливают ухудшение качества зерна за счет накопления микотоксинов, представляющих большую опасность для человека и теплокровных животных из-за нефротоксичных, иммуносупрессивных и канцерогенных свойств [12].

Типичные симптомы фузариоза колоса проявляются в виде обесцвечивания колосковых чешуй, хорошо заметного в начальный период созревания колоса на фоне зеленой окраски здоровой ткани. Многие виды грибов рода *Fusarium* вызывают слабовидимые или нетипичные симптомы заболевания – некротическое потемнение колосковых чешуй, штриховатость, глазковую пятнистость. При позднем развитии болезни внешние признаки поражения на колосе менее заметны.

В зависимости от региона на колосе могут присутствовать до 17 видов грибов рода *Fusarium* [11], при этом основные возбудители фузариоза колоса варьируют в зависимости от гидротермических условий

региона возделывания [7, 14]. В Республике Беларусь, по данным за 2005–2010 гг., фузариоз колоса вызывали в основном виды *F. culmorum*, *F. poae*, *F. oxysporum* [1, 4, 5].

Вместе с тем, в связи с изменением погодных условий, насыщением севооборота зерновыми культурами, постоянной сортосменой, видовой состав грибов рода *Fusarium*, контаминирующих колос, изменяется. Это приводит к тому, что в патогенных комплексах появляются ранее не встречавшиеся или не имевшие экономического значения виды. Так, на зерновых культурах возросла частота встречаемости вида *F. langsethiae* [3, 10, 13].

Учитывая большое видовое разнообразие грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах, целью работы было уточнение видового состава на семенах.

Материалы и методы. Исследования выполняли в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Зараженность семян грибами рода *Fusarium* определяли на картофельно-сахарозном агаре (КСА). Для этого семена поверхностно дезинфицировали в 1 %-м растворе гипохлорита натрия в течение 15–20 сек, дважды промывали стерильной дистиллированной водой, просушивали между слоями фильтровальной бумаги и раскладывали в чашки Петри на поверхность КСА с добавлением детергента Triton X-100 и 5 %-го раствора стрептомицина. Чашки инкубировали в течение 10 суток при температуре 22 °С, после чего пересевали выросшие колонии грибов рода *Fusarium* на КСА в пробирки. Идентификацию видов осуществляли на основании микроморфологических (форма, размеры апикальной и базальной клеток конидий; наличие, форма, способ образования микроконидий; конидиогенные структуры; хламидоспоры) и макроморфологических признаков (скорость роста колонии, окраска мицелия и его структура, пигментация) [9]. Частоту встречаемости вида в каждой партии семян вычисляли как отношение числа его изолятов к общему количеству грибов *Fusarium* spp. в этой пробе. В статье представлены усредненные данные по частоте встречаемости видов в проанализированных пробах каждой культуры.

Результаты исследований и их обсуждения. Инфицированность семян варьировала в зависимости от культуры и региона ее возделывания, сорта, вегетационного сезона (таблицы 1, 2). Так, значения показателя среди озимых культур были более высокими на озимой ржи – от 22,7 до 41,2 %. Это может быть обусловлено тем, что зачастую в хозяйствах страны защита колоса этой культуры от болезней не проводится. Однако, учитывая использование ржаной муки в хлебопечении, изготовлении кондитерских изделий, а также при производстве кормов, высокая зараженность зерна может обуславливать значительное содержание микотоксинов.

Таблица 1 – Зараженность (%) семян сортов озимых культур грибами рода *Fusarium* (РУП «Институт защиты растений»)

Культура	Сорт	2020 г.	2021 г.	В среднем
Пшеница	Богатка	21,6 ¹	2,0 ²	9,6
	Сейлор	24,3 ¹	0,0 ²	
	Элегия	9,5 ⁴	0,0 ⁴	
Тритикале	Благо	4,0 ¹	10,1 ¹	9,6
	Импульс	5,0 ¹	14,3 ¹	
	Гренадо	2,6 ²	21,3 ²	
Рожь	Голубка	41,2 ¹	25,8 ¹	28,6
	Офелия	25,0 ²	22,7 ²	
Ячмень	Изоцел	3,2 ²	4,1 ²	6,8
	Тереза	7,3 ²	–	
	Дипло	–	12,5 ²	

Примечание – Индексами обозначено происхождение проб: ¹ – Витебская область, Витебский район; ² – Брестская область, Ивановский район; ⁴ – Минская область, Червенский район.

Таблица 2 – Зараженность (%) семян сортов яровых культур грибами рода *Fusarium* (РУП «Институт защиты растений»)

Культура	Сорт	2021 г.	2022 г.	В среднем
Пшеница	Любава	11,0 ⁴	11,0 ⁴	16,3
	Славянка	30,0 ⁴	13,0 ⁴	
Тритикале	Дублет	15,0 ⁵	5,0 ⁵	12,3
	Садко	5,0 ⁶	1,0 ⁶	
	Новое	31,0 ⁶	17,0 ⁶	
	Гелио	1,0 ⁶	19,0 ⁶	
Овес	Лидия	28,0 ⁴	11,0 ⁴	13,0
	Шанс	16,0 ⁶	9,0 ⁶	
	Королек	10,0 ⁶	4,0 ⁶	
Ячмень	Бровар	2,0 ¹	12,0 ¹	5,0
	Добры	6,0 ¹	0,0 ¹	
	Радзіміч	8,0 ³	2,0 ³	

Примечание – Индексами обозначено происхождение проб: ¹ – Витебская область, Витебский район; ³ – Гомельская область, Рогачевский район; ⁴ – Минская область, Червенский район; ⁵ – Минская область, Несвижский район; ⁶ – Минская область, Смолевичский район.

Среди яровых культур зараженность семян варьировала, однако усредненные показатели свидетельствуют о том, что зерно ярового ячменя менее инфицировано – в среднем на уровне 5,0 %, что, вероятно, связано с биологическими особенностями культуры. Сопряженность колошения и цветения (закрытый тип цветения) минимизирует вероятность заражения колоса. Максимальные значения показателя были на пшенице (сорт Славянка) и тритикале (сорт Новое) в 2021 г. – 30,0

и 31,0 % соответственно. Вызывает беспокойство достаточно высокая инфицированность семян овса – до 28 %. Учитывая использование зерна этой культуры в диетическом и детском питании, необходимы дальнейшие исследования по мониторингу инфицированности семян грибами, а также накоплению микотоксинов.

Проведенные исследования показали, что наибольшее разнообразие грибов было на озимой пшенице и овсе – по 7 видов, наименьшее – на озимой тритикале и яровом ячмене – по 4 вида. Данные по частоте встречаемости видов также позволяют сделать вывод, что общими на семенах всех культур видами были *F. avenaceum*, *F. culmorum* и *F. poae* (таблица 3). При этом *F. avenaceum* встречался во всех проанализированных пробах озимого ячменя, а также яровых пшеницы и тритикале.

Таблица 3 – Частота встречаемости (%) видов *Fusarium* в семенных партиях зерновых культур (РУП «Институт защиты растений»)

Гриб	Озимые				Яровые			
	пшеница	тритикале	рожь	ячмень	пшеница	ячмень	тритикале	овес
<i>F. avenaceum</i>	83,3	33,3	50,0	100	100	66,7	100	33,3
<i>F. cerealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
<i>F. culmorum</i>	50,0	33,3	25,0	25,0	25,0	16,7	25,0	16,7
<i>F. equiseti</i>	16,7	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	12,5	50,0
<i>F. graminearum</i>	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0
<i>F. oxysporum</i>	33,3	83,3	50,0	75,0	25,0	0,0	0,0	16,7
<i>F. poae</i>	50,0	66,7	50,0	50,0	50,0	33,3	25,0	100
<i>F. sporotrichioides</i>	83,3	0,0	0,0	50,0	75,0	33,3	37,5	16,7
Проанализировано проб, шт.	6	6	4	4	4	6	8	6

Полученные данные согласуются с результатами исследований ряда авторов, которые выявили доминирование указанных видов на зерновых культурах в странах Европы, а также Северной и Южной Америки [6, 8].

Установлено, что *F. poae* встречался во всех образцах овса, что согласуется с данными Т. Schöeneberg и соавторов [13]. Причины высокой частоты встречаемости данного вида на овсе в настоящее время не ясны. Так, согласно некоторым данным, его распространенность увеличивается в засушливых условиях [2], однако в наших исследованиях частота встречаемости гриба была высокой как в засушливые вегетационные сезоны, так и при достаточном и избыточном увлажнении.

Полученные данные свидетельствуют о том, что структура доминирования грибов рода *Fusarium* варьирует в зависимости от культуры. Так, на озимой пшенице преобладали виды *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* и *F. poae*; на озимой тритикале – *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимой ржи – *F. avenaceum*, *F. equiseti*,

F. oxysporum и *F. poae*, на озимом ячмене – *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*.

В партиях яровой пшеницы чаще встречались *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, яровых ячменя и тритикале – *F. avenaceum*, овса – *F. poae*, *F. equiseti*.

Выводы. Инфицированность семян сортов озимой пшеницы грибами рода *Fusarium* достигала 24,3 %, озимой тритикале – 21,3 %, озимой ржи – 41,2 %, озимого ячменя – 12,5 %, яровой пшеницы – 30,0 %, яровой тритикале – 31,0 %, овса – 28,0 %, ярового ячменя – 12,0 %. Видовой состав грибов рода *Fusarium* представлен грибами *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides*. Частота встречаемости каждого вида варьировала в зависимости от культуры. Полученные данные свидетельствуют о том, что за последние 20 лет, с момента начала изучения видовой состава грибов данного рода на зерновых культурах в Беларуси, в его структуре произошли значительные изменения.

Учитывая токсинообразующую способность грибов рода *Fusarium*, представляет интерес изучение накопления микотоксинов, т.к. зная видовой состав грибов рода *Fusarium* в патогенном комплексе, можно предполагать накопление определенных микотоксинов, что требует дальнейшего изучения для обоснования тактики и стратегии защиты зерновых культур от фузариоза колоса.

Исследования выполнены в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограмма «Плодородие почв и защита растений» по заданию «Изучение комплекса грибов рода Fusarium, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)».

Список литературы

1. Бойко, А. К. Биологическое обоснование защиты колоса ярового ячменя от болезней : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / А. К. Бойко ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2008. – 24 с.
2. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья / О. П. Гаврилова [и др.] // С.-х. биология. – 2009. – № 6. – С. 89–93.
3. Гаврилова, О. П. Новые сведения о распространении на территории России гриба *Fusarium langsethiae*, продуцирующего Т-2 и НТ-2 токсины / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагаева // Вестн. защиты растений. – 2020. – № 103. – С. 24–26.
4. Жуковский, А. г. Биологическое обоснование защитных мероприятий против комплекса болезней озимого тритикале : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / А. г. Жуковский ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2008. – 23 с.
5. Илюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / А. Г. Илюк. – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 134 л.

6. Occurrence and pathogenicity of *Fusarium poae* in barley in Argentina / D. Barreto [et al.] // Cereal Research Communications. – 2004. – Vol. 32. – P. 53–60.
7. Composition and predominance of *Fusarium* species causing *Fusarium* head blight in winter wheat grain depending on cultivar susceptibility and meteorological factors / T. Birr [et al.] // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8, iss. 4. – P. 617.
8. Diversity and prevalence of *Fusarium* species from Quebec barley fields / J. V. Bourgades [et al.] // Canadian J. of Plant Pathology. – 2006. – Vol. 28. – P. 419–425.
9. Gerlach, W. The genus *Fusarium* : a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin; Hamburg : Parey, 1982. – 406 p.
10. Opoku, N. Development of *Fusarium langsethiae* in commercial cereal production / N. Opoku, M. Back, S. G. Edwards // Europ. J. of Plant Pathol. – 2013. – Vol. 136, iss. 1. – P. 159–170.
11. Parry, D. W. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review / D. W. Parry, P. Jenkinson, L. McLeod // Plant Pathology. – 1995. – Vol. 44. – P. 207–238.
12. Pestka, J. J. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance / J. J. Pestka // Archives of Toxicology. – 2010. – Vol. 84. – P. 663–679.
13. Influence of temperature, humidity duration and growth stage on the infection and mycotoxin production by *Fusarium langsethiae* and *Fusarium poae* in oats / T. Schöneberg [et al.] // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 68. – P. 173–184.
14. Relationship between the fungal complex causing *Fusarium* head blight of wheat and environmental conditions / X. M. Xu [et al.] // Phytopathology. – 2008. – Vol. 98. – P. 69–78.

N.A. Krupenko, S.F. Buga, A.G. Zhukovsky, E.I. Zhuk, T.G. Pilat, V.A. Radivon, A.A. Zhukovskaya, N.A. Burnos, N.G. Poplavskaya, V.G. Leshkevich, N.L. Svidunovich, A.N. Khalaev, I.N. Odintsova, A.A. Apresyan

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

INFECTION OF GRAIN SEEDS WITH FUSARIUM GENUS FUNGI

Annotation. Species composition on grains of winter cereal crops (wheat, triticale, rye, barley) and spring ones (wheat, barley, triticale, oat) are shown. The most *Fusarium* incidence was on winter rye – 22,7–41,2 %. There were from 4 to 7 species depending on crop. On winter wheat *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* and *F. poae* prevailed, on winter triticale *F. oxysporum* and *F. poae* prevailed, whereas on winter rye *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* and *F. poae* were the most frequently isolated, and on winter barley *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* prevailed. On spring wheat the most common species were *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, whereas on spring barley and triticale *F. avenaceum* prevailed, and on oat *F. poae*, *F. equiseti* were the most frequent.

Key words: cereal crops, grain, *Fusarium*, frequency of isolation.

Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Е.И. Жук, Т.Г. Пилат, В.А. Радивон, В.Г. Лешкевич, А.Н. Халаев, Н.Л. Свидунович, Н.А. Бурнос, А.А. Жуковская, Н.Г. Поплавская, И.Н. Одицова РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 08.09.2023

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

Аннотация. В статье проанализированы результаты многолетних исследований (2010–2022 гг.) по изучению развития болезней в посевах озимых и яровых зерновых культур в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений». В комплексе болезней преобладают снежная плесень, корневая гниль фузариозной этиологии, церкоспореллез, мучнистая роса, пятнистости листьев, болезни колоса.

Ключевые слова: зерновые культуры, болезни, корневая гниль, снежная плесень, септориоз листьев, септориоз колоса, фузариоз колоса, мучнистая роса, сетчатая пятнистость, ринхоспориоз, ржавчинные болезни.

Введение. В Беларуси зерновые культуры играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности. Метеорологические условия республики благоприятны для поражения болезнями грибной этиологии, причем в годы эпифитотийного развития урожайность может снижаться до 40 % и более.

Фитопатологическая ситуация в посевах любой сельскохозяйственной культуры – весьма динамичный показатель, который меняется с течением времени. На ее формирование существенное влияние оказывают погодные условия, регион возделывания и другие факторы. С другой стороны, отмечается изменчивость различных свойств у фитопатогенных грибов, что обуславливает увеличение частоты встречаемости одних видов и снижение – других. Примером такой изменчивости в патогенных комплексах грибов является увеличение в регионах с умеренным климатом доли *Fusarium graminearum*, который считается теплолюбивым патогеном [6].

Постоянный мониторинг фитопатологической ситуации представляет не только теоретический, но и прикладной интерес и является одним из инструментов прогнозирования ее изменений в краткосрочной перспективе, что важно при построении тактики и стратегии мероприятий для защиты зерновых культур от болезней. Таким образом, цель работы – анализ фитопатологической ситуации в агроценозах.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в посевах сортов и гибридов озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых (ячмень, пшеница, овес, тритикале) культур в 2010–2022 гг. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район).

Почвы опытного участка дерново-подзолистые, с кислотностью в среднем 6,5 и содержанием гумуса 2,26 %. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания зерновых культур в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Сорта высевали на площади 25 м² в 4-кратной повторности с нормой посева 4,5 млн для озимых культур и 4,5–5,0 млн – для яровых. Для обеспечения хорошей перезимовки семена озимых культур протравливали одним из эффективных в отношении снежной плесени препаратов, семена яровых культур не протравливали.

Оценку фитопатологической ситуации проводили на естественном фоне развития болезней, при этом в период вегетации фунгициды в опытах не применяли. Мониторинг поражаемости растений осуществляли по общепринятым в фитопатологии методикам в динамике в течение вегетационного сезона [3]. В статье представлены результаты учетов снежной плесени в стадии середина кущения, а остальных болезней – в период молочно-восковой спелости.

Результаты исследований и их обсуждение. Мониторинг развития болезней показал, что одной из наиболее вредоносных болезней озимых зерновых культур по-прежнему является снежная плесень. Возбудителями болезни может быть комплекс фитопатогенных грибов, характеризующихся различными требованиями к условиям окружающей среды. Это обуславливает поражение растений в достаточно широком диапазоне температур и влажности воздуха. Нашими исследованиями установлено, что основным возбудителем болезни в условиях республики является гриб *Microdochium nivale*. Его доля среди всех изолятов, выделенных из пораженных растений, составляла 90,1 %. В то же время в патогенном комплексе присутствовал также *F. avenaceum* с частотой встречаемости 9,9 %. Оптимальная температура для развития *M. nivale* – +2...+6 °С, что позволяет грибу развиваться в условиях выпадения снега на непромерзшую почву и его продолжительном залегании, при частых оттепелях, растянутом периоде снеготаяния [1, 2, 4]. Кроме того, любые факторы, ухудшающие физиологическое состояние посева, увеличивают риск поражения растений болезнью. К ним можно отнести ранний срок сева, особенно при теплых условиях в осенний период, что способствует формированию большой вегетативной массы, а также завышенные нормы посева семян. При выпадении снега и при неглубоком промерзании почвы такие посева продолжают вегетацию, расходуют накопленные при подготовке к зимовке сахара, что

запускает процесс физиологического (неинфекционного) выпревания. Если это не приводит к полной гибели растения, на них дополнительно могут развиваться также возбудители снежной плесени.

Наиболее поражаемыми культурами являются озимые тритикале и пшеница, в посевах которых эпифитотийное развитие болезни наблюдалось в 2010, 2011, 2013 и 2019 гг., а гибель растений вследствие поражения снежной плесенью составляла 42,1–59,6 и 25,9–61,4 % соответственно культурам.

В посевах озимых ржи и ячменя даже при благоприятных для развития снежной плесени условиях может не наблюдаться сильного (эпифитотийного) развития болезни, гибель растений при этом также невысокая.

Среди комплекса болезней в посевах всех зерновых культур ежегодно встречается корневая гниль. Возбудителями болезни могут быть различные виды фитопатогенных грибов, что зачастую затрудняет диагностику в полевых условиях. Поэтому исследования по идентификации основных возбудителей корневой гнили не теряют своей актуальности. Это обусловлено изменениями их видового состава в зависимости от погодных условий, культуры, предшественника, сорта и других факторов. Наши многолетние (2018–2022 гг.) исследования видового состава возбудителей корневой гнили на зерновых культурах в Беларуси показали, что в патогенном комплексе преобладают грибы рода *Fusarium*. При этом основными видами являются *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani* (современное название – *Neocosmospora solani*). Полученные данные свидетельствуют о произошедшей за последние 10–20 лет смене доминирующих видов, что может привести к усилению вредоносности болезни и требует проведения дальнейших исследований.

Озимые культуры продолжительное время растут при неблагоприятных погодных условиях, что способствует более интенсивному их поражению болезнью в сравнении с яровыми. Среди озимых зерновых культур корневой гнилью сильнее поражается пшеница. Так, максимальное развитие болезни на культуре достигало эпифитотийного уровня (64,5 %) в условиях 2017 г. Из яровых культур наиболее восприимчивы тритикале и ячмень, развитие болезни за период исследований достигало 56,4 и 38,6 % соответственно. При этом следует отметить, что в посевах овса болезнь встречается ежегодно, хотя еще недавно эта культура считалась устойчивой к поражению корневой гнилью и поэтому рассматривалась как хороший предшественник. По данным исследований, развитие болезни достигало 17,6 % в 2021 г.

Высокая доля зерновых культур в структуре посевных площадей обуславливает не только ежегодное проявление корневой гнили, но также способствует заражению растений возбудителями прикорневой гнили

различной этиологии. В условиях страны наиболее типичным является поражение церкоспореллезом (возбудители – грибы *Oculimacula aciformis*, *Oculimacula yallundae*). С 2015 г. в посевах встречается также прикорневая гниль ризоктониозной этиологии (ризоктониоз), вызываемая грибами *Ceratorhiza cerealis* (син. *Rhizoctonia cerealis*) и *Rhizoctonia solani*. Учитывая, что заражение растений может происходить в осенний период, озимые культуры, особенно пшеница и тритикале, поражаются сильнее. Так, в посевах сортов озимой пшеницы максимальная степень поражения церкоспореллезом составляла 82,1 % в 2011 г. на сорте Легенда, а ризоктониозом – 25,0 % в 2020 г. (сорт Сейлор). В посевах озимой тритикале развитие церкоспореллеза достигало 33,3 % в 2021 г., а ризоктониоза – 9,8 % в 2020 г., озимого ячменя – 25,7 % в 2014 г. и 11,3 % в 2020 г. соответственно болезням. На ржи степень поражения церкоспореллезом не превышала 11,2 %, ризоктониозом – 13,5 % даже в годы, благоприятные для развития патогенов.

Яровые культуры поражаются болезнями с невысоким развитием, что обусловлено «уходом» от массового заражения, особенно в годы с теплой весной, когда растения достаточно быстро проходят восприимчивые фазы онтогенеза.

На листовом аппарате всех зерновых культур, за исключением овса, ежегодно встречалась мучнистая роса (*Blumeria graminis*). При этом наиболее поражаемой культурой является озимая тритикале, особенно сорта иностранной селекции – Гренадо, Толедо, Бальтико и др., на которых развитие болезни достигало 66,7 %. Следует отметить, что при продолжительном возделывании изначально невосприимчивых сортов с течением времени отмечается их более высокая поражаемость мучнистой росой. Например, в последние годы интенсивное развитие болезни отмечено в посевах сортов культуры Прометей, Динамо. Среди яровых зерновых культур сильнее поражается ячмень, развитие болезни достигало эпифитотийного уровня – 53,3–74,7 % в 2014, 2019, 2020 и 2022 гг.

Септориоз листьев относится к числу наиболее вредоносных болезней в посевах озимых и яровых форм пшеницы и тритикале, в условиях выпадения достаточного количества осадков на фоне умеренно высоких температур болезнь может встречаться также на ячмене.

Основным возбудителем септориоза листьев на озимой пшенице является гриб *Zymoseptoria tritici* (син. *Septoria tritici*). Другие возбудители септориоза – *Parastagonospora nodorum* (син. *Septoria nodorum*), а в последние два года и *P. avenae* (син. *Septoria avenae*) – начинают появляться ближе к периоду цветения – формирования зерна, что обусловлено повышением среднесуточной температуры воздуха, необходимой для их развития.

На яровой пшенице видовой состав возбудителей несколько отличается. С периода всходов на листьях можно обнаружить поражение

как *P. nodorum*, так и *Z. tritici*, частота их встречаемости варьирует в зависимости от погодных условий.

На озимой тритикале основной возбудитель болезни – *P. nodorum*, но может также встречаться *Z. tritici*, причем в последние годы доля последнего увеличилась. В посевах яровой тритикале видовой состав возбудителей септориоза листьев представлен следующими видами (в порядке убывания частоты встречаемости): *P. nodorum*, *P. avenae*, *Z. tritici* [5].

За период исследований эпифитотийное развитие септориоза листьев на озимой пшенице было отмечено в 2010 и 2022 гг., при этом значение показателя достигало 53,4–62,2 %, а на яровой пшенице – 65,0 % в 2012 г.

Среди относительно новых болезней листьев в последние годы возрастает распространенность пиренофороза (желтой пятнистости), вызываемого грибом *Pyrenophora tritici-repentis*. Данное заболевание встречается на озимой и яровой пшенице. В силу биологических особенностей в посевах озимой пшеницы появление первичных симптомов, вызванных аскоспорами, происходит в период трубкования, а вторичных – не ранее периода колошение – цветение. В то же время в посевах яровой пшеницы поражение пиренофорозом может наблюдаться уже с периода всходов, что затрудняет диагностику заболевания из-за схожести симптомов с септориозом, вызванным *P. nodorum*.

Анализ многолетней динамики развития бурой ржавчины (*Puccinia triticina*) показал, что в последние годы значение показателя существенно снизилось. Так, если в посевах яровой пшеницы в 2013 г. степень поражения достигала 80,5 %, а в 2014 г. – 58,5 %, то с 2015 по 2022 гг. значение показателя не превысило 14,3 %. Аналогичная ситуация сложилась также на озимой ржи, где эпифитотийное развитие бурой ржавчины (*Puccinia recondita*) – 62,2 % – было только в 2013 г., а в последующие годы не превышало 14,6 %. На наш взгляд, это связано с районированием менее поражаемых сортов, а также изменениями погодных условий. В то же время среди зерновых культур в условиях республики интенсивное развитие бурой ржавчины наблюдается в посевах яровой тритикале, степень поражения которой достигала 41,9 % на сорте Дублет в 2018 г.

Желтая ржавчина (*Puccinia striiformis*) в посевах озимых и яровых форм пшеницы и тритикале встречается с 2013 г. преимущественно с единичным развитием. Однако в условиях 2017 г. на яровой тритикале болезнь проявилась интенсивно, ее развитие достигло 21,8–23,7 % на сортах Садко и Узор.

На яровом и озимом ячмене встречается также карликовая ржавчина (*Puccinia hordei*). Поскольку возбудитель болезни часть жизненного цикла проходит на промежуточном хозяине, его развитие на зерновых

культурах начинается ближе к периоду формирования зерна, что обуславливает невысокую вредоносность.

Корончатая ржавчина (*Puccinia coronata*) поражает овес практически ежегодно. Учитывая, что часть цикла развития патогена проходит на крушине слабительной (промежуточный хозяин), в посевах культуры болезнь проявляется со стадии выметывания, поэтому обычно развитие болезни невысокое. Однако в 2014 г. степень поражения достигала 74,0 % в посевах сорта Стралец.

В посевах озимых ржи и тритикале, озимого и ярового ячменя зачастую отмечается поражение ринхоспориозом. Симптомы поражения отличаются в зависимости от культуры, что обусловлено заражением разными видами. Так, на ржи и тритикале ринхоспориоз вызывает вид *Rhynchosporium secalis*, тогда как на ячмене – *Rh. graminicola*.

Среди перечисленных культур в условиях страны сильнее поражается рожь. Учитывая интерес к возделыванию в последнее время не только сортов, но и гибридов этой культуры, мы проводили оценку их поражаемости болезнями. Многолетние исследования (2017–2022 гг.) показали, что развитие ринхоспориоза на сортах достигало 32,6–33,5 % в 2021–2022 гг., на гибридах – 50,1 % в 2022 г.

Максимальное развитие ринхоспориоза на озимой тритикале было в 2012 г. – 43,4 % на сорте Кастусь. На яровой тритикале за период исследований ринхоспориоз был отмечен лишь в условиях 2022 г. в период всходы – кущения, когда отмечалась холодная дождливая погода, однако дальнейшего развития болезнь не получила.

В посевах озимого ячменя более высокая степень поражения болезнью была отмечена в 2012, 2018 и 2022 г., при этом максимальные значения показателя достигали 17,5–20,9 %. На яровом ячмене болезнь встречалась с единичным развитием.

Сетчатая пятнистость (*Pyrenophora teres*) относится к числу наиболее вредоносных болезней ярового и озимого ячменя. Одним из основных источников ее инфекции являются семена, поэтому первые признаки могут появляться уже с периода всходов. Особенно интенсивно сетчатая пятнистость проявляется на яровом ячмене, когда в период посев – всходы – кущение температура воздуха составляет 12–13 °С. Если в дальнейшем наблюдается повышение дневных температур до 20 °С на фоне высокой влажности воздуха, происходит нарастание развития болезни.

Интенсивное поражение сетчатой пятнистостью наблюдалось в 2011–2013, 2020–2022 гг., когда максимальная степень поражаемости составила 25,1–52,1 и 24,5–47,1 % соответственно. При этом отмечена дифференциация сортов культуры по поражаемости (таблица).

На озимом ячмене развитие сетчатой пятнистости составляло 0,5–3,6 %, однако в условиях 2022 г. в посевах сорта Изоцел значение показателя достигло 29,8 %.

Таблица – Развитие (%) сетчатой пятнистости в посевах ярового ячменя

Сорт	2020 г.			2021 г.			2022 г.		
	ст. 32	ст. 49	ст. 73	ст. 32	ст. 51	ст. 75	ст. 32	ст. 55–59	ст. 83
Радзіміч	0,0	3,6	24,8	0,0	2,1	24,5	1,5	11,6	37,0
Фэст	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	0,2	2,2

Темно-бурая пятнистость (*Bipolaris sorokiniana*) встречается единично на яровом и озимом ячмене, как правило, во второй половине вегетации.

Красно-бурая пятнистость (*Pyrenophora avenae*) относится к наиболее вредоносным заболеваниям листьев овса. Поскольку возбудитель болезни сохраняется в том числе на семенах, развитие болезни может начинаться с периода всходов. Исследования показали, что болезнь встречается ежегодно, а ее максимальная степень поражения достигала 27,9 % (2012 г.).

В посевах озимых и яровых пшеницы и тритикале ежегодно встречается септориоз колоса (*P. nodorum*). Эпифитотийное проявление болезни на зерновых культурах наблюдалось в 2010–2014 гг., когда в период колошения отмечался избыток осадков. Так, на озимой пшенице степень поражения достигала 80,0 % (2011 г.), на озимой тритикале – 72,0 % (2011 г.), на яровой пшенице – 74,3 % в 2014 г. и 79,3 % в 2010 г. В условиях 2015–2022 гг. в период колошения наблюдался дефицит осадков, поэтому развитие септориоза колоса не превышало 33,0 % на всех культурах.

Фузариоз колоса относится к числу болезней, которые ежегодно встречаются в агроценозах зерновых культур. Видовой состав возбудителей варьирует в зависимости от культуры, вегетационного сезона и может насчитывать до 8 видов. Наиболее типичными возбудителями фузариоза колоса являются *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*. Погодные условия в период цветения и затем при формировании зерна оказывают решающее значение на развитие болезни. В 2010–2014 гг. избыточное увлажнение в период цветения способствовало поражению растений. Так, эпифитотия фузариоза отмечена на озимой пшенице в 2010 г. – 77,2 %, на озимой тритикале – в 2011 г. (66,0 %). На яровой пшенице в условиях 2013 г. степень поражения болезнью достигала предэпифитотийного уровня – 48,0 %. В последующие годы развитие болезни на указанных культурах не превышало 19,7 %.

На колосе озимого и ярового ячменя зачастую могут присутствовать одновременно и фузариоз, и гельминтоспориоз (*B. sorokiniana*), а симптомы их проявления являются схожими, что затрудняет диагностику в полевых условиях. Поэтому при проведении учетов болезни объединены в комплекс. Для обеих культур многолетняя тенденция поражения колоса сходна с таковой на других культурах. Максимальное развитие болезней

было на яровом ячмене в 2011 г. – 71,5 %, на озимом – в 2014 г. – 39,1 %, а в 2015–2022 гг. значения показателя не превышали 15,0 %.

На метелке овса может также встречаться поражение комплексом возбудителей – грибами рода *Fusarium*, а также *P. avenae*, что вызывает определенные сложности при диагностике болезней в полевых условиях. Степень поражения комплексом болезней в отдельные годы может достигать умеренного уровня. Так, в 2012 г. максимальное значение показателя составило 38,0 %, а в 2018 г. – 42,0 %.

Выводы. Таким образом, результаты многолетнего мониторинга свидетельствуют о постоянном присутствии различных болезней в посевах зерновых культур в период вегетации и необходимости учета их развития для эффективной защиты и получения высокой урожайности. В агроценозах доминируют снежная плесень, корневая гниль фузариозной этиологии, церкоспореллез, мучнистая роса, пятнистости листьев, болезни колоса, в отдельные годы – виды ржавчины.

Список литературы

1. Золотарев, А. И. Инфекционное выпревание озимых хлебов и обоснование мер борьбы с ним в восточных районах нечерноземной зоны РСФСР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А.И. Золотарев. – Л., 1979. – 47 с.
2. Иодко, И. И. Защита озимой ржи от снежной плесени / И. И. Иодко, С. Ф. Буга. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 8 с.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж : Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного. – 2007. – 511 с.
4. Поражаемость сортов озимых зерновых культур снежной плесенью / Т. Г. Пилат [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 4. – С. 54–58.
5. Радивон, В. А. Биологическое обоснование защиты ярового тритикале от болезней: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / В. А. Радивон ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, 2022. – 22 с.
6. Quantitative evaluation of *Fusarium* species and crop quality traits in wheat varieties of northeastern Poland / P. Iwaniuk [et al.] // J. Plant Protection Research. – 2018. – Vol. 58, № 4. – P. 413–419.

N.A. Krupenko, S.F. Buga, A.G. Zhukovsky, E.I. Zhuk, T.G. Pilat, V.A. Radivon, V.G. Leshkevich, A.N. Khalaev, N.L. Svidunovich, N.A. Burnos, A.A. Zhukovskaya, N.G. Poplavskaya, I.N. Odintsova
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

PHYTOPATHOLOGICAL SITUATION IN THE CROPS OF CEREALS IN BELARUS

Annotation. Perennial (2010–2022) data of diseases severity monitoring on winter and spring cereal crops were analyzed. Snow mold, *Fusarium* root rot, eyespot, powdery mildew, leaf blotches, and head diseases.

Key words: cereal crops, diseases, *Fusarium* root rot, snow mold, *Septoria* leaf blotch, glume blotch, *Fusarium* head blight, powdery mildew, net blotch, scald, rusts.

*Н.А. Крупенько, А.Г. Жуковский, С.Ф. Буга, Е.И. Жук, В.Г. Лешкевич,
А.Н. Халаев, Н.А. Бурнос, В.А. Радивон, Н.Л. Свидуневич,
Н.Г. Поплавская*

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

ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ, ОТ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 19.09.2023

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

Аннотация. Получение качественного семенного материала является одним из приоритетных направлений зернопроизводства и требует интенсивной системы защиты от болезней. В статье проанализированы многолетние данные эффективности протравителей семян и фунгицидов, разрешенных для применения на зерновых культурах, сформирован ассортимент наиболее эффективных препаратов, обеспечивающих защиту от снежной плесени, корневой гнили, спорыньи, пыльной головни, септориоза листьев и колоса, сетчатой пятнистости, мучнистой росы, фузариоза и гельминтоспориоза колоса.

Ключевые слова: зерновые культуры, болезни, качество семян, эффективность, протравители, фунгициды.

Введение. Зерновые культуры составляют основу продовольственной безопасности нашей страны, при этом в структуре посевных площадей среди озимых культур доминируют пшеница и тритикале, из яровых – ячмень и пшеница. Одной из основных задач реализации их высокой урожайности является получение качественного семенного материала [3].

Однако в связи с благоприятными для развития фитопатогенов погодными условиями, насыщением севооборотов зерновыми культурами, сокращением традиционной обработки почвы и др. для получения качественного семенного материала требуется проведение защитных мероприятий, обеспечивающих формирование и поддержание оптимальной фитопатологической ситуации.

В связи с вышесказанным целью исследований было обобщение многолетних данных по защите посевов зерновых культур, возделываемых на семенные цели, от болезней.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2010–2022 г. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений».

Протравливание проводили с использованием протравочной машины «Неге-11», норма расхода рабочей жидкости составляла 10 л/т. Площадь опытной делянки составляла 25 м² для озимых зерновых культур и 15 м² – для яровых, в опытах на искусственных инфекционных фонах – 1 м², повторность – 4-кратная. Сев осуществляли в оптимальные для Минской области сроки.

Учет развития снежной плесени в посевах озимых пшеницы и тритикале проводили ранней весной после таяния снежного покрова. Для этого с каждой опытной делянки отбирали растения с учетной площадки площадью 0,5 м². Степень поражения каждого растения определяли по балльной шкале [1]. На основании полученных результатов вычисляли степень поражения и процент погибших растений, а также рассчитывали биологическую эффективность каждого изучаемого препарата по снижению развития и предотвращению гибели в сравнении с вариантом без обработки.

При учете корневой гнили с каждой опытной делянки выкапывали по 25 растений, отобранных в разных местах, и отмывали их от почвы. Вычисляли процент пораженных растений и степень поражения. Учет развития болезни проводили в период кущения и 2-х узлов [1]. Стадии развития растений отмечали в соответствии со шкалой ВВСН [5].

Для создания искусственного инфекционного фона корневой гнили использовали заранее подготовленный в лабораторных условиях зерновой субстрат, инокулированный грибом *Fusarium culmorum*. Для этого инфекционный материал нарабатывали на автоклавированном (1 час при 1 атм.) субстрате, содержащем 70 г зерна любой культуры, предварительно замоченного на 12 часов в 50 г воды. После автоклавирования субстрат инокулировали суспензией спор и мицелия патогена и культивировали в течение 20–30 дней. Затем инфекцию рассыпали на бумагу тонким слоем, подсушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и измельчали. Инокулом вносили в почву непосредственно перед посевом, из расчета 30–40 г на 1 погонный метр.

При анализе эффективности препаратов для предпосевной обработки семян в защите от снежной плесени и корневой гнили их дифференцировали на три группы в зависимости от состава действующих веществ (д. в.) как содержащие: 1) флудиоксонил; 2) прохлораз; 3) другие д. в.

Оценку влияния протравителей семян в защите от спорыньи осуществляли в условиях искусственного инфекционного фона. Для этого собранные склероции спорыньи (100 склероциев на изучаемый вариант), урожая года, когда осенью закладывался опыт, совместно с навеской семян любой зерновой культуры массой 2,0 кг протравливали изучаемым препаратом. Затем из зерновой массы выбирали обработанные склероции и раскладывали в капроновые мешочки. Мешочки

закапывали в почву на глубину 1,5–2,0 см для перезимовки на участке опытного поля вблизи посевов зерновых культур. В качестве контроля служили необработанные склероции, которые также закапывали в почву. В период цветения зерновых культур мешочки с проросшими строматами осторожно выкапывали и анализировали.

Изучение влияния препаратов для предпосевной обработки семян в защите от пыльной головни проводили на искусственном инфекционном фоне. Для этого высевали семена, зараженные пыльной головней, и обработанные изучаемыми протравителями семян, в качестве контроля использовали зараженные, но не протравленные семена ярового ячменя. Учеты проводили, начиная с периода колошения. Для этого с интервалом 1–2 дня просматривали все растения в делянке, этикетировав пораженные, в том числе подгон. На основании полученных данных вычисляли процент пораженных колосьев и их общее количество с каждой делянки, определяли процент пораженных (распространенность) и биологическую эффективность препарата в сравнении с вариантом без обработки.

Изучение влияния фунгицидов на развитие болезней листьев проводили на естественном фоне их развития на делянках площадью 10 м², повторность опыта – 4-кратная. Фунгициды применяли однократно при пороговом развитии одной или комплекса болезней (1,0–5,0 %). После обработки учеты развития болезней осуществляли в динамике: первый – через 7–10 дней после обработки, последующие – с таким же интервалом [1]. Оценивали степень поражения болезнями в опытных (с обработкой фунгицидом) и контрольных (без обработки) вариантах, после чего вычисляли биологическую эффективность.

Оценку эффективности фунгицидов в защите от болезней колоса осуществляли в условиях искусственных инфекционных фонов, площадь опытной делянки – 1 м², повторность опыта – 3-кратная.

При создании искусственного инфекционного фона использовали заранее подготовленную в лабораторных условиях суспензию спор и мицелия каждого из возбудителей болезней. Для этого их культивировали при температуре 20–25 °С на жидкой картофельно-сахарозной среде в течение 5–7 дней с использованием лабораторной качалки со скоростью перемешивания содержимого 160 об./мин. или на картофельно-сахарозном агаре в чашках Петри в течение 14–20 дней с последующим смывом мицелия дистиллированной водой.

Заражение проводили в наиболее оптимальный для инфицирования болезнями колоса период:

- на яровом ячмене (фузариоз и гельминтоспориоз) – в стадии 49–51;
- на пшенице: септориоз – в стадии 51–55, фузариоз – в стадии 61–65.

Заражение колосьев проводили в условиях, исключая попадание прямых солнечных лучей (в вечернее время). Делянки предварительно увлажняли водой из расчета 60 мл на 1 м². Заражение осуществляли с нормой расхода суспензии 30 мл на 1 м². Перед инокуляцией в суспензию гриба вносили несколько капель детергента Tween-80 для уменьшения поверхностного натяжения. Делянки укрывали спанбондом на 12–18 часов. Обработку фунгицидами проводили на 3-и сутки после инокуляции. Первый учет болезни проводили после появления первых симптомов, последующие – с интервалом через 7–10 дней, в период вегетации проводили не менее 2-х учетов.

Результаты и их обсуждение. Формирование оптимальной фитопатологической ситуации в посевах зерновых культур начинается с протравливания, а именно с выбора эффективного препарата для предпосевной обработки семян. Поскольку в посевах озимых культур первостепенное значение по вредоносности имеет снежная плесень, целесообразно ориентироваться на эффективность в отношении данной болезни. Анализ многолетних результатов полевых опытов показал, что наиболее эффективными в защите от снежной плесени, особенно для предотвращения гибели растений, являются протравители, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность (%) протравителей по предотвращению гибели озимых зерновых культур от снежной плесени (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты)

Культура (эпифитотийные годы)	Протравители, содержащие в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Пшеница (2010, 2011, 2013, 2019, 2021)	76,9±12,1	83,3±13,3	54,1±21,1
Тритикале (2010, 2011, 2013, 2019)	72,3±17,6	67,8±7,9	56,7±18,9

Примечание – представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Защита зерновых культур от корневой гнили включает протравливание, которое позволяет защитить растения до стадии 2-х узлов (ВВСН 32). Эффективность приема в ограничении развития болезни достаточно высокая, что подтверждено многолетними исследованиями на примере озимой пшеницы и ярового ячменя (таблица 2).

Появление на рынке протравителей семян с контактными и системными действующими веществами, а также закрепленное на законодательном уровне обязательное протравливание семян для их последующей реализации на семенные цели позволило успешно решить проблему твердой головни в посевах озимой и яровой пшеницы.

В настоящее время в посевах озимой тритикале и ярового ячменя (несмотря на закрытый тип цветения) встречается поражение спорыньей, что обуславливает формирование вместо зерновок склероциев – зимующей стадии гриба. Для защиты от спорыньи

первостепенное значение имеют агротехнические мероприятия, в первую очередь – качественная вспашка, способствующая снижению плотности заражения почвы склероциями. Так, по данным А.И. Немковича, при заделке склероциев на глубину 6 см и более они либо полностью теряли жизнеспособность, либо даже если проросли, то их стромы были недоразвитыми и, как правило, не достигали поверхности почвы [4]. Тем не менее, нередки случаи, когда часть склероциев спорыньи остается в семенах даже после подработки зерна. Это связано с изменениями биологии возбудителя болезни, который в последние 30–40 лет формирует склероции, величина которых близка к таковой у зерновок, что вызывает определенные сложности в процессе механической очистки семенного материала. В этом случае протравливание будет способствовать как снижению развития возбудителей снежной плесени, корневой гнили и других патогенов, так и жизнеспособности склероциев спорыньи. Исследования показали высокую биологическую эффективность такого приема (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность (%) протравителей в защите от фузариозной корневой гнили (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, 2010–2021 гг.)

Культура	Инфекционный фон болезни	Стадия учета	Протравители, содержащие в составе		
			флудиоксонил	прохло-раз	другие д. в.
Озимая пшеница	Естественный	Середина кущения (ст. 25)	49,7±11,9	42,4±14,1	40,7±10,9
		Стадия 2-х узлов (ст. 32)	42,7±11,4	37,5±6,3	34,6±9,7
Яровой ячмень	Искусственный	Середина кущения (ст. 25)	60,3±2,8	64,9±8,9	57,5±2,7
		Стадия 2-х узлов (ст. 32)	57,7±3,8	67,5±6,1	55,7±2,8

Примечание – представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

При возделывании ярового ячменя на семенные цели не допускается присутствие в посевах колосьев, пораженных пыльной головней, поэтому нами проводятся ежегодные исследования по изучению эффективности протравителей семян в защите от болезни в условиях искусственного инфекционного фона. В настоящее время сформирован достаточно обширный ассортимент препаратов, обеспечивающих высокую (не ниже 98,0 %) эффективность по предотвращению распространности пыльной головни. К ним относятся: Бенефис, МЭ (0,8 л/т); Вайбранс Интеграл, ТКС (2,0 л/т); Вайбранс Трио, ТКС (2,0 л/т); Вершина, КС (1,0 л/т); Винцит Форте, КС (1,25 л/т); Гераклион, КС (1,2 л/т); Иншур Перформ, КС (0,5 л/т); Квестор Форте, КС (2,0 л/т); Кинто Дуо, КС (2,5 л/т); Кинто Плюс, КС (1,0 л/т); Клад, КС (0,6 л/т); Ламадор, КС (0,2 л/т); Ламадор Про, КС (0,5 л/т); Магнат Тотал, КС (1,0 л/т); Максим Форте, КС (2,0 л/т); Максим Трио 60, ТКС (2,0 л/т); Оплот Трио, ВСК

(0,6 л/т); Ориус Универсал, ТКС (2,0 л/т); Поларис, МЭ (1,2 л/т); Протего Макс, МЭ (0,8 л/т); Проксима, КС (2,0 л/т); Протект Форте, ВСК (1,25 л/т); Рекорд Форте, КС (2,0 л/т); Селест Макс, КС (2,0 л/т); Таймень, КС (2,5 л/т); Терция, КС (2,5 л/т).

Таблица 3 – Влияние протравителей семян на подавление прорастания стром спорыньи (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, 2010–2022 гг.)

Препарат	Норма расхода, л/т	Количество лет исследований	Биологическая эффективность, %	
			средняя	min-max
Байсайд, ВСК	1,5	2	100	100
Баритон, КС	1,5	4	100	100
Винцит Форте, КС	1,1	2	74,9	58,0–91,7
Гераклион, КС	1,2	2	100	100
Иншур Перформ, КС	0,5	4	75,2	56,0–90,8
Кинг Комби, КС	1,5	1	98,0	98,0
Кинто Дуо, КС	2,5	7	95,7	88,0–100
Кинто Плюс, КС	1,5	1	92,0	92,0
Максим Форте, КС	2,0	6	99,0	94,0–100
Поларис, МЭ	1,5	2	99,0	97,9–100
Проксима, КС	2,0	2	98,0	96,0–100
Протего Макс, МЭ	0,8	1	78,0	78,0
Рекорд Форте, КС	2,0	2	85,0	70,0–100
Сценик Комби, КС	1,5	2	100	100
Таймень, КС	2,5	1	100	100
Терция, КС	2,5	2	100	100

Следующим этапом формирования оптимальной фитопатологической ситуации в посевах зерновых культур является защита листьев от комплекса патогенов. Для принятия решения о целесообразности проведения фунгицидной обработки первостепенное значение имеет мониторинг посевов.

С точки зрения получения высокой биологической, хозяйственной и экономической эффективности при применении фунгицида оптимальной тактикой является опрыскивание посевов при наступлении порогового уровня развития одной или комплекса болезней листьев, т.е. такой степени поражения, с которой в посевах начинается статистически значимое снижение урожайности. Исследования показали, что применение фунгицида в этот период будет способствовать эффективному торможению патологического процесса и обеспечит достоверное повышение урожайности [2]. Для быстрой оценки фитопатологической ситуации и принятия решения о целесообразности опрыскивания специалисту агрономической службы можно ориентироваться на

1–5 % развития одной или комплекса болезней, что соответствует начальным признакам поражения на третьем и втором (счет сверху) листе для озимых и яровых культур соответственно.

В таблице 4 представлены многолетние данные по изучению влияния фунгицидов на развитие доминирующих болезней зерновых культур: на примере мучнистой росы озимой тритикале, септориоза листьев озимой пшеницы и сетчатой пятнистости ярового ячменя. Применение препаратов при наступлении порогового уровня развития болезней листьев обеспечило биологическую эффективность 48,5–96,3 % в защите от септориоза листьев, 45,4–100 % – мучнистой росы, 48,4–99,2 % – сетчатой пятнистости.

Таблица 4 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите от болезней листьев на 21 сутки после обработки (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, 2010–2022 гг.)

Фунгицид (норма расхода, л/га)	Биологическая эффективность (min–max), %		
	септориоз (озимая пшеница)	мучнистая роса (озимая тритикале)	сетчатая пятнистость (яровой ячмень)
однокомпонентные			
Зим 500, КС (0,6)	–	45,4–51,7	–
Колосаль, КЭ (1,0)	48,5–77,4	81,5–90,5	90,7
Талиус, КЭ (0,25)	–	89,2–100	–
Флексити, КС (0,3)	–	85,9–99,2	н/р
двухкомпонентные			
Абакус Комби, КС (0,6)	56,7–71,6	73,8	н/р
Абакус Ультра, СЭ (1,5)	74,6–95,8	–	81,0–82,1
Азорро, КС (1,0)	51,3–83,9	58,7–61,2	73,8
Альто Турбо, КЭ (0,5)	75,0–76,6	62,4–98,3	61,3–92,4
Амистар Экстра, СК (0,75)	52,0–92,2	52,1–99,3	72,0–96,0
Баклер, КМЭ (1,0)	83,2–83,3	–	85,1
Балий, КМЭ (0,8)	68,4–72,3	–	–
Зантара, КЭ (1,0)	53,1–88,9	65,8–99,0	84,6–99,2
Зарница, КС (0,75)	–	60,1–76,2	85,2–95,7
Капелла, МЭ (1,0)	83,7–90,0	–	87,1
Карбенатил, КС (1,0)	50,0–51,7	73,0–76,5	н/р
Колосаль Про, КМЭ (0,4)	50,5–86,2	52,9–98,6	83,4–91,9
Крестраж, КЭ (1,0)	74,5–77,3	–	91,6
Кустодия	54,6–71,4	–	91,7–96,0
Маганик, КЭ (0,8)	72,6–77,0	н/р	89,6–93,8
Магнелло, КЭ (1,0)	62,5–80,1	96,7–98,7	74,1–91,5
Миравис Эйс, СЭ (0,8)	69,1–81,3	–	91,1
Прозаро, КЭ (0,8)	71,0–95,3	65,5–99,3	74,2–97,1

Фунгицид (норма расхода, л/га)	Биологическая эффективность (min–max), %		
	септориоз (озимая пшеница)	мучнистая роса (озимая тритикале)	сетчатая пятнистость (яровой ячмень)
Пропульс, СЭ (0,8)	84,4–90,9	–	96,6
Ракурс, СК (0,4)	89,1–92,9	67,8–93,2	71,3–79,4
Ревистар Топ, КЭ (1,0)	68,8–90,7	65,8–90,1	92,9*
Рекс Плюс, КС (1,25)	68,0–79,0	58,8–98,6	85,1–93,2
Сизаро, КЭ (0,8)	73,0–75,8	–	–
Силтра Хрго, КЭ (0,8)	76,4–88,6	–	–
Спирит, СК (0,7)	64,4–91,6	52,7–71,6	68,7–91,1
Тилт Турбо, КЭ (1,0)	70,9–94,4	77,2–100	н/р
Флинт, ВСК (0,8)	84,8–86,5	74,8–80,6	80,6–87,8
Харвига, КЭ (0,75)	87,9–89,0	83,5–91,5	93,4
трехкомпонентные			
Амистар Трио, КЭ (1,0)	59,6–75,9	86,1**	77,0–96,9
Инпут Трио, КЭ (0,8)	78,9–91,7	89,6	н/р
Кантик, КЭ (1,0)	55,7–77,5	79,5–100	77,4–84,8
Капало, СЭ	55,6–75,7	92,1–93,1	55,3–83,5
Капелла, МЭ (1,0)	57,9–90,0		87,1
Приаксор Макс, КЭ (0,5)	68,3–92,9	59,5–89,7	92,1
Протазокс, КС (1,0)	64,9–90,8	95,5	75,3–90,6
Скайвей Хрго, КЭ (1,25)	64,7–89,7	–	н/р
Титул Трио, ККР (0,6)	76,6–78,9	83,4–83,9	85,3
Фалькон, КЭ (0,6)	50,6–83,3	65,2–98,6	48,4–75,4
Эйс, ККР (0,8)	71,0–79,1	68,3–90,0	93,1–93,2
Элатус Риа, КЭ (0,6)	61,6–96,3	66,7–99,0	87,7–95,5
Элатус Эйс, КЭ (0,5)	63,8–81,4	72,1–78,2	89,2–93,0

Примечание – «н/р» – нет регистрации; «*» – норма расхода препарата 0,75 л/га; «**» – норма расхода препарата 0,8 л/га.

Для обеспечения высокого качества получаемых семян в посевах, предназначенных на семенные цели, требуется проведение фунгицидной обработки для защиты колоса от болезней. Однако в этом случае использование биологических порогов вредоносности как ориентира для применения фунгицидов невозможно. Это обусловлено тем, что к моменту появления первых признаков болезней (в период налива зерна) проведение обработок недопустимо, т.к. не будет соблюден период ожидания до сбора урожая. Критерием для проведения опрыскивания в этом случае являются наиболее уязвимые для заражения фазы онтогенеза: колошение (стадии 51–55) для защиты от септориоза колоса, цветение (стадии 61–65) – фузариоза колоса.

Изучение эффективности препаратов для защиты колоса даже в условиях искусственных инфекционных фонов показало, что изучаемые фунгициды обеспечили снижение развития болезней с эффективностью 33,7–85,9 % (фузариоз колоса озимой пшеницы), 46,6–100 % (септориоз колоса озимой пшеницы), 31,3–93,2 % (фузариоз колоса ярового ячменя), 57,1–91,9 % (гельминтоспориоз колоса ярового ячменя) (таблица 5). Варьирование эффективности обусловлено разным уровнем инфекционной нагрузки и погодными условиями в вегетационном сезоне. При эпифитотийном проявлении болезни биологическая эффективность у фунгицидов, как правило, невысокая.

Таблица 5 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите зерновых культур от болезней колоса (РУП «Институт защиты растений», ст. 83–85, искусственные инфекционные фоны, 2010–2022 гг.)

Фунгицид (норма расхода, л/га)	Биологическая эффективность (min–max), %			
	озимая пшеница		яровой ячмень	
	фузариоз	септориоз	фузариоз	гельминтоспориоз
однокомпонентные				
Колосаль, КЭ (1,0)	40,7–78,6	56,7–64,6	41,0–60,0	64,3
двухкомпонентные				
Альто Турбо, КЭ (0,5)	67,6–73,8	68,2–78,4	62,4–84,5	57,1–87,1
Амистар Экстра, СК (0,75)	39,8–69,7	51,0–77,6	41,7–86,2	57,1–85,9
Баклер, КМЭ (1,0)	73,6–83,8	60,5–60,9	–	–
Замир, ВЭ (1,2)	56,0–73,4	71,2	62,5–68,3	66,7
Колосаль Про, КМЭ (0,4)	56,1–80,8	65,0–77,4	71,1–73,5	63,1–78,9
Маганик, КЭ (1,0)	66,7–73,1	91,3	84,9	90,3
Магнелло, КЭ (1,0)	50,1–85,9	61,9–80,8	67,2–88,9	62,4–83,7
Миравис Эйс, СЭ (1,0)	76,2–79,4	90,3–95,5	85,7	91,9
Осирис, КЭ (2,0)	58,1–84,8	64,4–88,5	69,2–78,3	70,6
Прозаро, КЭ (1,0)	61,9–82,8	60,5–88,5	60,5–83,3	67,4–90,0
Ракурс, СК (0,4)	52,2–75,1	51,3–79,6	83,2–87,4	81,7–91,0
Сизаро, КЭ (1,08)	69,3–80,2	81,7–89,4	78,1–81,5	80,3–90,0
Силтра Хрго, КЭ (0,8)	53,2–71,1	72,5–100	82,2	85,0
Спирит, СК (0,7)	33,7–73,8	75,5	88,4–93,2	88,5
Флинт, ВСК (0,8)	41,9–45,7	59,2–77,5	71,7–82,2	79,9–87,2
трехкомпонентные				
Амистар Трио, КЭ (1,0)	49,3–71,7	58,5–81,6	50,7–84,1	59,0–82,4
Капелла, МЭ (1,0)	37,4–40,7	47,6–65,1	58,6–68,0	64,3–76,1
Протазокс, КС (1,0)	50,7–84,0	62,5–95,5	59,3–83,3	71,3–91,2
Титул Трио, ККР (0,6)	65,4–79,3	68,2–70,8	78,1–81,5	85,2
Фалькон, КЭ (0,6)	57,4–57,6	54,8–63,3	31,3–43,2	–
Эйс, ККР (1,0)	72,7–80,8	91,3	82,9	89,5

В случае возделывания зерновых культур после неблагоприятных предшественников (кукуруза, сахарная свекла, зерновые) риск развития фузариоза колоса увеличивается, поэтому для эффективной защиты целесообразно выбирать препараты, в состав которых входит хотя бы одно из наиболее эффективных в отношении грибов рода *Fusarium* действующих веществ: метконазол, протиоконазол, тебуконазол. Следует отдавать предпочтение рекомендованным максимальным нормам расхода препаратов.

Наши многолетние исследования показали, что в вариантах с защитой колоса от болезней инфицированность зерновок грибами *Fusarium* spp. снижается в сравнении с контролем (без обработки), однако зачастую зараженность грибами *Alternaria* пропорционально возрастает. Это связано с различными взаимоотношениями между указанными грибами, природа которых в настоящее время неясна: имеются сведения как о конкурентных, так и симбиотических взаимоотношениях [6, 7, 8]. С практической точки зрения имеет значение снижение инфицированности семенного материала в первую очередь грибами рода *Fusarium* как возбудителей болезней зерновых культур.

Несмотря на высокую зараженность семян грибами *Alternaria* spp., современные протравители снижают значения этого показателя с эффективностью в среднем за годы исследований от 78,9 до 95,9 %.

Закключение. Таким образом, для получения семян высокого качества обязательным является проведение защиты семенных посевов от болезней. Приоритетным с точки зрения биологической и хозяйственной эффективности является использование химического метода, включающего обязательное протравливание, защиту листьев и колоса. Для озимых культур среди разрешенных к применению препаратов для предпосевной обработки семян предпочтение следует отдавать флудиоксонил- и прохлоразсодержащим протравителям, обеспечивающим высокую эффективность по предотвращению гибели от снежной плесени. Для защиты от корневой гнили эффективны все протравители семян. Основываясь на многолетних (2010–2022 гг.) данных, сформирован ассортимент протравителей семян, обеспечивающих высокую эффективность в снижении распространенности пыльной головни и прорастания склероциев спорыньи, а также фунгицидов для защиты листьев и колоса зерновых культур.

Исследования выполнены в рамках ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» по заданию: «Усовершенствовать интегрированную систему защиты от вредителей, болезней и сорной растительности семенных посевов яровых и озимых зерновых культур в период вегетации и при хранении семян».

Список литературы

1. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
2. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С. Ф. Буга ; Ин-т защиты растений. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 239 с.
3. Калимуллин, А. Н. Научные основы производства высококачественных семян зерновых культур в Среднем Поволжье / А. Н. Калимуллин, Н. А. Немов, С. В. Лазарев // Научные основы адаптивных систем земледелия в степных районах Среднего Поволжья : (К 100-летию Самарского НИИСХ) : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук, Самар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва им. Н. М. Тулайкова ; ред. В. А. Корчагин, сост. В. А. Корчагин. – Самара, 2003. – С.104–124.
4. Немкович, А. И. Биологическое обоснование защиты озимой ржи от спорыньи : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / А. И. Немкович ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 1999. – 18 с.
5. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге [и др.]; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: БАСФ, 2004. – 192 с.
6. Симбиотические взаимоотношения грибов *Fusarium* и *Alternaria*, колонизирующих зерно овса / А. С. Орина [и др.] // С.-х. биология. – 2017. – Т. 52, № 5. – С. 986–994.
7. Склименок Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Н. А. Склименок ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.
8. Mycotoxins as antagonistic or supporting agents in the interaction between phytopathogenic *Fusarium* and *Alternaria* fungi / M. E. H. Müller [et al.] // World Mycotoxin J. – 2015. – Vol. 8. – P. 311–321.

N.A. Krupenko, A.G. Zhukovsky, S.F. Buga, E.I. Zhuk, V.G. Leshkevich, A.N. Khalaev, N.A. Burnos, V.A. Radivon, N.L. Svidunovich, N.G. Poplavskaya

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

PROTECTION OF CEREAL CROPS AGAINST DISEASES FOR SEED PRODUCTION IN BELARUS

Annotation. Production of cereal crops for seed is one of the most important directions for grain production. It requires intensive plants protection against diseases. In the article perennial data of seed protectants and fungicides efficacy were analyzed, and the list of the most effective products against snow mold, root rot, ergot, loose smut, *Septoria* leaf blotch, glume blotch, net blotch, powdery mildew, *Fusarium* head blight were formed.

Key words: cereal crops, diseases, seed quality, efficacy, seed dressers, fungicides.

Н.И. Мелешко

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДА СВИТЧ, ВДГ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.05.2023

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

Аннотация. В статье приводятся двухлетние данные по биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Свитч, ВДГ против болезней земляники садовой на листьях и ягодах при двукратном применении до сбора урожая. В полевом опыте снижение количества ягод, пораженных гнилями, составило 64,2 и 69,1 %, на листьях биологическая эффективность в ограничении развития мучнистой росы достигала 48,2–80,7 %, бурой пятнистости – 53,8–69,4 %. Применение фунгицида Свитч, ВДГ позволило сохранить 6,6 и 22,2 ц/га, в зависимости от года исследований.

Ключевые слова: земляника садовая, заболевание, распространенность, развитие, фунгицид, эффективность, урожайность.

Введение. В последние годы в Беларуси все большую популярность и распространённость приобретает культура земляники садовой. Быстрое вступление в товарное плодоношение, высокий спрос населения на ранние, свежие ягоды, стали приоритетом в выборе производственного направления для многих фермерских и личных подсобных хозяйств [1].

Современный производитель большое внимание уделяет сортам интенсивного типа – высокопродуктивным и скороплодным, способным обеспечить гарантированный стабильный урожай ягод высокого качества. Одним из условий достижения данной цели является эффективная система защиты земляники от вредных организмов.

Среди болезней в условиях республики ежегодно отмечаются пятнистости на листьях (белая, бурая и коричневая) и мучнистая роса, однако самой распространённой и вредоносной является серая гниль (возбудитель – гриб *Botrytis cinerea* Pers.). Потери урожая от поражения *B. cinerea* ежегодно составляют 10–20 %, а в годы эпифитотий могут достигать 50 % и более [2, 3]. До 2022 года в «Государственном реестре...» было зарегистрировано только 3 фунгицида, разрешённых для применения в насаждениях земляники садовой, опрыскивания которыми ограничено сроками до цветения и после сбора урожая [4]. А для контроля серой гнили необходимо профилактическое опрыскивание в фазу цветения, когда происходит первичное проникновение патогена в растение. Таким характеристикам соответствует препарат

Свитч, ВДГ – комбинированный фунгицид для защиты сельскохозяйственных культур от комплекса гнилей.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили на промышленной плантации земляники садовой в КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области в 2021–2022 гг. Почва дерново-подзолистая, супесчаная, сорт земляники садовой – Вима Занта, посадка – осень 2017 г., схема посадки 0,7 x 0,3 м, площадь учётной делянки – 5 м², повторность опыта 4–кратная. В полевом мелкоделяночном опыте оценивали биологическую и хозяйственную эффективность фунгицида Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг) с нормой расхода 1,0 л/га. В схему опыта также были включены вариант без применения средств защиты (контроль) и эталонный вариант – Хорус, ВДГ (ципродинил, 750 г/кг) с нормой расхода 0,7 кг/га, который разрешен для применения на землянике до цветения и после сбора урожая.

Препараты вносили ранцевым аккумуляторным опрыскивателем CHAMPION SA 12. Изучаемый фунгицид применяли 2-кратно в наиболее уязвимые для заражения сроки: начало цветения земляники садовой (ст. 61 по шкале ВВСН) и начало созревания плодов (ст. 81 по шкале ВВСН), эталон –однократно (ст. 61 по шкале ВВСН).

Оценку эффективности фунгицидов проводили согласно «Методическим указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5].

Результаты и их обсуждение. Погодные условия мая месяца в 2021–2022 годы были похожи и характеризовались неустойчивой и прохладной погодой, и в целом не повлияли на рост и развитие земляники садовой.

В 2021 году начало цветения культуры отмечено 27 мая, в 2022 году – 3 июня и в это же время проведена первая обработка.

Начало июня в годы исследований характеризовалось прохладной погодой, но с середины первой декады потеплело и температура составила около нормы. В 2021 году середина и конец июня были теплыми (среднемесячная температура составила +20,7 °С) и развитие земляники проходило быстрее, чем в 2022 году, когда температурные показатели были на 2 °С ниже. Осадки выпадали неравномерно: в первой декаде было сухо, во второй - в пределах нормы, а в третьей – количество в 4 и 2 раза превысило многолетние значения, что способствовало интенсивному развитию заболеваний (рисунок 1, 2).

В результате, рост и начало созревания плодов в 2021 году отмечен 18.06, а в 2022 году – 29.06 (проведена вторая обработка). В период сбора урожая установилась теплая, даже жаркая погода. Первый сбор проведен 25.06.2021 г. и 04.07.2022 г.; второй сбор – 02.07.2021 г. и 11.07.2022 г.

Первая декада июля была теплой – среднесуточная температура воздуха составляла +22,6 и +19,3 °С, соответственно по годам. В 2021 году было сухо – только один день с осадками (2,0 мм), а в 2022 году первая

пентада сухая, вторая с ливневыми дождям (39,7 мм). Плодоношение земляники к середине июля закончилось. Вторая и третья декады в 2021 году по температурным показателям были выше нормы, а в 2022 году ниже (рисунки 1, 2).

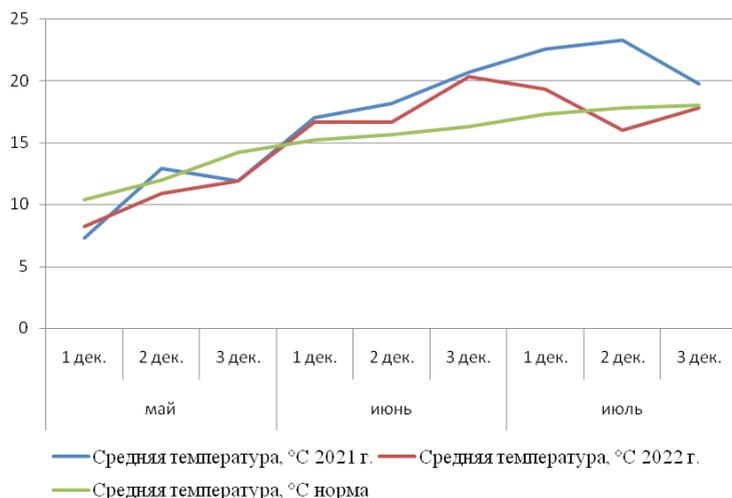


Рисунок 1 – Среднедекадная температура воздуха вегетационного сезона 2021 и 2022 гг. (метеостанция Нарочь)

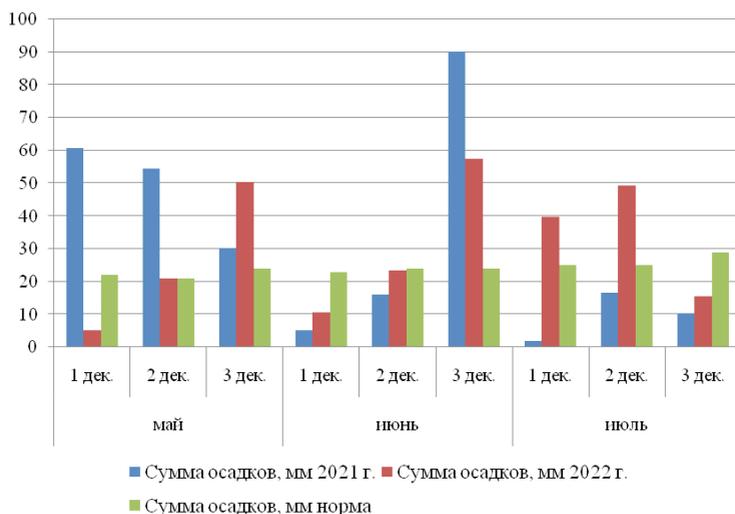


Рисунок 2 – Количество осадков по декадам вегетационного сезона 2021 и 2022 гг. (метеостанция Нарочь).

Среди пятнистостей на листьях земляники садовой сорта Вима Занта преобладала бурая (*Marssonina potentillae* (Desm.) P. Magn.). В годы исследований первые признаки болезни в варианте без обработок отмечены в начале июня (03.06), в опытном и эталонном вариантах проявление *M.potentillae* на листьях зафиксировано на 1–2 недели позже. Учет, проведенный в конце июня, показал, что в контроле было поражено пятнистостью уже 64,0 (в 2021 г.) и 45,0 % (в 2022 г.) листьев (R – 32,5 и 24,5 %), в варианте с применением изучаемого фунгицида – 21,0 % (R – 10,0 и 7,5 %). После сбора урожая в 2021 г. распространённость в контроле достигла 100 % при развитии 62,8 %. В опытном варианте развитие заболевания шло менее интенсивно и не превысило 30,0 % при распространённости 68,0 %. Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ против бурой пятнистости на листьях земляники в 2021 г. составила 52,2–69,2 % в зависимости от даты учёта. В 2022 г. после сбора урожая заболевание развивалось умеренно и только в первой декаде августа распространённость в контроле достигла 100 % (R – 68,8 %). В опытном варианте развитие бурой пятнистости не превысило 31,8 % при распространённости 70,0 %. Таким образом, биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ против бурой пятнистости на листьях земляники в 2022 г. составила 53,8–69,4 %, в зависимости от даты учёта (таблица 1).

Первые признаки мучнистой росы (*Sphaerotheca macularis* Magn. f. *fragariae* Jacz.) на листьях земляники садовой отмечены в варианте без обработки 11.06 в 2021 г. и 03.06 в 2022 г. Жаркая погода способствовала быстрому развитию заболевания и через 2–3 недели в этом же варианте распространённость болезни составила 24,0 и 32,0 % при развитии 7,6 и 8,3 %, соответственно по годам. В варианте с применением фунгицида Свитч распространённость была ниже – 11,0 и 22,0 % при развитии 1,6 и 4,3 % (таблица 2).

После сбора урожая в 2021 году (09.07) распространённость мучнистой росы на листьях достигала 52,0 % в контроле при развитии 17,6 %, в опытном варианте распространённость не превышала 16,0 % (развитие – 3,4 %). В 2022 году развитие мучнистой росы на листьях земляники шло более умеренно и составило 17,4 % в контроле при распространённости 51,0 % только в начале августа (02.08), при этом в варианте с применением изучаемого фунгицида распространённость составила 29,5 % при развитии 7,0 % (таблица 2).

В результате биологическая эффективность в варианте с применением фунгицида Свитч, ВДГ составила в 2021 г. 78,9–80,7 % и 48,2–59,8 % в 2022 г. в зависимости от даты учёта (таблица 2).

Оценку эффективности средств защиты против гнилей земляники садовой (преобладала серая гниль – *Botrytis cinerea* Pers.) проводили в период уборки урожая. Для этого при каждом сборе с каждой учётной делянки сплошным способом убирали ягоды и учитывали количество здоровых и больных с последующим вычислением процента поражения.

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ в защите земляники садовой против бурой пятнистости листьев (КХ «Антей-сад», Мядельский район Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021–2022 гг.)

Вариант	Год исследований	Распространенность, %			Развитие (R), %			Биологическая эффективность, % (по R)		
		3 дек. июня	2 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	1 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	1 дек. июля	1 дек. августа
Без применения средств защиты	2021	64,0	100	–	32,5	62,8	–	–	–	–
	2022	45,0	61,0	100	24,5	35,0	68,8	–	–	–
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га (эталон)	2021	25,0	73,0	–	8,5	33,3	–	73,8	47,0	–
	2022	24,0	34,0	72,0	8,0	13,8	33,0	67,3	60,6	52,0
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	2021	21,0	68,0	–	10,0	30,0	–	69,2	52,2	–
	2022	21,0	32,0	70,0	7,5	12,3	31,8	69,4	64,9	53,8

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ в защите земляники садовой от мучнистой росы листьев (КХ «Антей-сад» Мядельский район Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021-2022 гг.)

Вариант	Год исследований	Распространенность, %			Развитие (R), %			Биологическая эффективность, % (по R)		
		3 дек. июня	2 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	1 дек. июля	1 дек. августа	3 дек. июня	1 дек. июля	1 дек. августа
Без применения средств защиты	2021	24,0	52,0	–	7,6	17,6	–	–	–	–
	2022	32,0	40,0	51,0	8,3	10,3	17,4	–	–	–
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	2021	11,0	16,0	–	1,6	3,4	–	78,9	80,7	–
	2022	22,0	26,0	29,5	4,3	5,1	7,0	48,2	50,5	59,8

Всего за годы исследований в связи с установившейся жаркой погодой было проведено по 2 сбора урожая ягод. Общее количество собранных ягод в 2021 году в вариантах опыта колебалось от 463,1 (в контроле) до 520,6 шт. (в варианте с применением изучаемого фунгицида) в среднем на учётную площадь, в 2022 году – от 907,8 до 932,5 шт., из них пораженных гнилями в контроле составило 21,2 и 11,0 %, в опытном варианте – 7,6 и 3,4 %. Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ составила 64,2 и 69,1 %, соответственно по годам (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицида Свитч, ВДГ в защите земляники садовой от гнилей на плодах (КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021-2022 гг.)

Вариант	Всего ягод в среднем за 2 сбора, шт./ 5,0 м ²			Поражено ягод гнилями, %	Биологическая эффективность, %
	здоровые	больные	сумма		
2021 год					
Без применения средств защиты	364,7	98,4	463,1	21,2	–
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га (эталон)	447,3	38,7	486,0	8,0	62,3
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	481,0	39,6	520,6	7,6	64,2
НСР ₀₅	45,78	28,16	212,45	–	–
2022 год					
Без применения средств защиты	807,8	100,0	907,8	11,0	–
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га (эталон)	881,0	38,0	919,0	4,1	62,7
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	900,5	32,0	932,5	3,4	69,1
НСР ₀₅	63,28	23,32	446,23	–	–

Применение фунгицида Свитч, ВДГ также эффективно сказалось на количестве урожая: по сравнению с контролем сохранено 6,6 и 22,2 ц/га, в зависимости от года исследований, что на 13,3 и 20,9 % превысило урожайность в контроле (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность фунгицида Свитч, ВДГ против болезней на землянике садовой. КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021-2022 гг.

Вариант	Средняя урожайность, ц/га		Сохраненный урожай			
			2021 у/		2022 у/	
	2021 г.	2022 г.	ц/га	%	ц/га	%
Контроль (без обработок)	49,8	106,2	–	–	–	–
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га (эталон)	55,6	134,6	5,8	11,6	28,4	26,7
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	56,4	128,4	6,6	13,3	22,2	20,9
НСР ₀₅	14,28	20,66	–	–	–	–

Заключение. В результате исследований установлено, что фунгицид Свитч, ВДГ в норме расхода 1,0 кг/га при двукратном применении эффективен против болезней земляники садовой. В полевом опыте снижение численности ягод, пораженных гнилями, составило 64,2 и 69,1 %, на листьях против мучнистой росы биологическая эффективность достигала 48,2–80,7 %, против бурой пятнистости – 53,8–69,4 %.

Оценка хозяйственной эффективности применения фунгицида также высокая – сохранено 6,6 и 22,2 ц/га, в зависимости от года исследований, что на 13,3 и 20,9 % превысило урожайность в контроле.

На основании полученных двухлетних данных фунгицид Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг) включен в «Государственный реестр...» для применения на землянике садовой в норме расхода 1,0 л/га в промышленных насаждениях и для ЛПХ.

Список литературы

1. Жабровский, И. Е. Инновационное направление в производстве земляники садовой / И. Е. Жабровский, В. Г. Андруш, А. И. Жабровская // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., (Минск, 6-7 июня 2019 г.) / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, БГАТУ ; редкол.: Н. Н. Романюк (науч. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 226–229.
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., (г. 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. Говорова, Г. Ф. Грибные болезни земляники: монография / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров. – М.: ВСТИСП, 2010. – 168 с.
4. 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.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга.– Несвиж, 2007.—С. 410–431.

N.I. Meleshko

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

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE FUNGICIDE SWITCH, WG AGAINST GARDEN STRAWBERRY DISEASES

Annotation. The paper presents the two-year data on the biological and economic efficiency of the fungicide Switch, WG against diseases of garden strawberry on leaves and berries when applied twice before the harvest. In the field experiment, the reduction of the number of berries affected by rot was 64,2 and 69,1 %; the biological efficiency in reducing the development of powdery mildew reached 48,2–80,7 % on leaves, brown spot – 53,8–69,4 %. The application of the fungicide Switch, WG allowed saving 6,6 and 22,2 dt/ha, depending on the year of the research.

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

Т.Г. Пилат

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

ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*, ДОМИНИРУЮЩИХ НА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ И КОЛОСЕ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.06.2023

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований патогенных свойств грибов рода *Fusarium*, выделенных из корневой системы и колоса озимого ячменя. Изучено их влияние на лабораторную всхожесть, биометрические показатели и на поражение ростков культуры. Доминирующие виды грибов рода *Fusarium* по проявлению патогенных свойств в отношении озимого ячменя можно ранжировать в порядке убывания: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*.

Ключевые слова. *Fusarium*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, озимый ячмень, патогенность.

Введение. Мониторинг фитопатогенных грибов, поражающих зерновые культуры, свидетельствует о постепенных изменениях численности популяций, смене доминирующих видов в сообществах, повышении патогенности и агрессивности ранее не встречавшихся или малопатогенных видов [8]. Так, произошла смена доминирования фитопатогенов на подземных органах озимых зерновых культур, в результате которой грибы рода *Fusarium* заняли преобладающее положение [13, 14]. Среди факторов, обеспечивших доминирование фузариевых грибов в патогенном комплексе корневых гнилей зерновых культур, следует отметить потепление климата, минимизацию обработки почвы, снижение супрессивности почвы к грибам рода *Fusarium*, засоренность почв семенами сорных растений [8, 14].

Грибы рода *Fusarium* характеризуются большой изменчивостью морфологических и культуральных свойств, широкой экологической пластичностью, они способны синтезировать вторичные метаболиты, в том числе ферменты, участвующие в патогенезе. Экологические ниши фитопатогенных грибов рода *Fusarium* включают не только подземные органы растений, но и генеративные, которые они заражают при благоприятных гидротермических условиях. Интенсивность заражения колоса фитопатогенными фузариями определяется рядом абиотических и биотических факторов, среди которых существенную

роль играют сортовые особенности культуры, фитосанитарное состояние почвы, конкуренция с другими фитопатогенами, погодные условия [6]. Вредоносность болезней фузариозной этиологии оценивается как в виде прямых потерь урожая (щуплость и невыполненность зерен), так и косвенных – снижение урожайности вследствие изреживания посевов, нарушения динамики органогенеза, белоколосости и т. д. [1, 18]. Грибы рода *Fusarium* проникают в ткани зерновки и могут локализоваться как в оболочке, так и в эндосперме и зародыше. Зараженное зерно даже при отсутствии видимых признаков поражения может характеризоваться низкой всхожестью. Кроме того, грибы рода *Fusarium* продуцируют микотоксины, являющиеся опасными для человека и животных [17].

Исследователи отмечают, что на зерновых культурах формируются в основном сходные комплексы видов, паразитирующих на корневой системе и на зерне [2, 5].

В условиях Беларуси 1998–2000 гг. в микопатогенных комплексах зерновых культур доминировали грибы *F. oxysporum* Schldtl, *F. culmorum* (W. G. Sm.), *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc [2]. Дальнейшие исследования показали, что видовой состав, доминирующие виды и их соотношение постоянно меняются. Многолетнее изучение состава патоконспекса фузариевых грибов, контаминирующих корневую систему озимого ячменя в условиях Беларуси, позволило выделить 4 доминирующих вида: *F. oxysporum*, *F. solani* Koord., *F. avenaceum*, *F. equiseti* (Corda) Sacc. [2]. На колосе также встречается вид *F. culmorum* [12]. По литературным данным эти виды отличаются по патогенности в отношении зерновых культур [3, 7, 11, 13]. В связи этим целью исследований являлось изучение патогенности данных видов в отношении озимого ячменя.

Материал и методика исследований. Определение патогенности грибов рода *Fusarium* проводили в лабораторных условиях с использованием моноспоровых изолятов каждого из доминирующих видов по модифицированной методике Челковского и Манки [15]. Изоляты, включенные в исследования, представлены в таблице 1. Исследуемые изоляты высевали уколом на поверхность картофельно-сахарозного агара в чашках Петри и инкубировали 7 дней при 24 °С. Поверхностно стерилизованные 70 %-ным спиртом семена озимого ячменя замачивали на сутки в стерильной воде. Затем зерновки с набухшим зародышем раскладывали на поверхность культуры гриба по 10 штук на чашку Петри в трехкратной повторности. В контроле зерновки раскладывали на поверхность агаризованной среды. Чашки инкубировали при температуре 23–25 °С в течение 7 суток, после чего учитывали длину корешков, а также появившихся ростков и их поражение с использованием четырехбалльной шкалы:

- 0 – здоровый росток;
 1 – точечные некрозы ткани;
 2 – некроз около 50 % окружности ростка;
 3 – полная гибель ростка.

Развитие болезни рассчитывали по формуле:

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

где R – развитие болезни (%); $\sum(a+b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество растений в пробе (больных и здоровых); K – высший балл шкалы учета [4].

Ранжирование оцениваемых изолятов гриба осуществляли по развитию болезни с использованием шкалы, предложенной М.П. Лесовым и соавторами: 0 % – непатогенный изолят; 1–5 % – слабопатогенный; 6–14 % – умереннопатогенный; 15–20 % – среднепатогенный; 21–29 % – патогенный; 30–100 % – высокопатогенный [9].

Таблица 1 – Виды и изоляты грибов рода *Fusarium*, выделенных из корней и зерна озимого ячменя

Виды	Номер изолята	Происхождение	Год выделения
<i>F. avenaceum</i>	1, 2, 3	Минская обл., Минский район, зерно	2021
	4	Минская обл., Минский район, корни	2021
<i>F. culmorum</i>	1, 2, 3	Минская обл., Минский район, зерно	2021
<i>F. oxysporum</i>	6, 7, 8, 9	Брестская обл., Кобринский район, корни	2021
	1, 2, 3, 4, 5	Минская обл., Минский район, корни	2021
	10	Брестская обл., Кобринский район, корни	2020
<i>F. solani</i>	1, 10	Брестская обл., Кобринский район, корни	2021
	3, 4	Витебская обл., Лепельский район, корни	2020
	5, 6	Витебская обл., Лепельский район, корни	2021
	7, 8	Минская обл., Минский район, корни	2020
	2	Могилевская обл., Горецкий район, корни	2021
<i>F. equiseti</i>	10	Витебская обл., Лепельский район, корни	2021
	1, 3, 8	Минская обл., Минский район, корни	2021
	2, 5, 6	Минская обл., Минский район, корни	2020
	4	Минская обл., Минский район, зерно	2021
	7, 9	Могилевская обл., Горецкий район, корни	2020

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты изучения патогенных свойств 36 моноспоровых изолятов, относящихся к 5 видам рода *Fusarium*, показали, что наибольшее влияние на всхожесть семян озимого ячменя оказывал грибок *F. avenaceum* (рисунок 1). Отмечалось снижение данного показателя на 35,8 %.

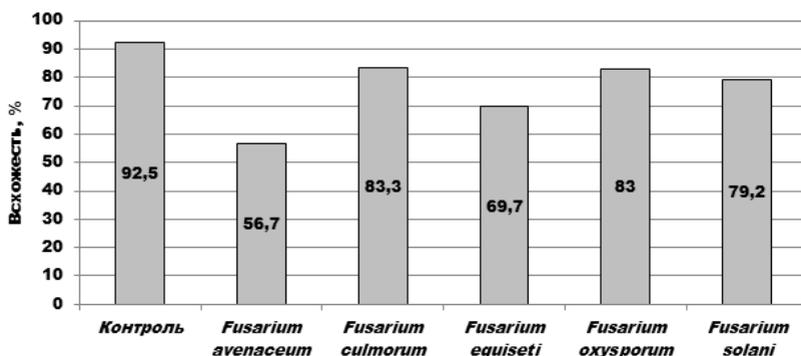


Рисунок 1 – Влияние грибов рода *Fusarium* на всхожесть семян озимого ячменя

Под влиянием грибов *F. equiseti* всхожесть снижалась на 22,8 %. Меньшее влияние на данный показатель оказывали изоляты грибов *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, всхожесть составила 79,2; 83,0 и 83,3 % соответственно. Однако следует отметить, что, несмотря на незначительное снижение лабораторной всхожести под влиянием гриба *F. culmorum*, у 65,3 % растений отмечались признаки поражения ростков.

Нами также оценивалась пораженность грибами рода *Fusarium* ростков озимого ячменя (таблица 2). Развитие болезни варьировало от отсутствия признаков поражения (*F. solani*) до 60,8 % (*F. avenaceum*). Отмечено, что патогенность изолятов *F. avenaceum* и *F. culmorum* выше, чем у других видов. В меньшей степени проростки поражали *F. oxysporum* и *F. solani* – в среднем 6,4 и 4,3 % соответственно.

Таблица 2 – Влияние грибов, доминирующих на растениях озимого ячменя на поражение ростков (лабораторный опыт, сорт Дипло, 2022 г.)

Вид гриба	Проанализировано изолятов, шт	Развитие болезни, %		
		среднее	мин.	макс.
<i>Fusarium avenaceum</i>	4	56,0	53,0	60,8
<i>Fusarium culmorum</i>	3	31,7	18,7	39,0
<i>Fusarium equiseti</i>	10	24,2	5,8	33,3
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	6,4	0,0	19,5
<i>Fusarium solani</i>	9	4,3	0,0	21,3

Отмечено, что симптомы поражения ростков имели вид точек, штрихов и некрозов коричневого цвета. Поражение более 50 % поверхности ростка вызывало, как правило, его загнивание и гибель. Такое интенсивное поражение ростков озимого ячменя вызывали изоляты гриба *F. avenaceum*.

При дифференциации видов по патогенности отмечено, что все изучаемые изоляты гриба *F. avenaceum* и большинство изолятов гриба *F. culmorum* (66,7 %) являются высокопатогенными по отношению к росткам озимого ячменя (таблица 3). Однако, несмотря на это, в структуре поражения ростков по баллам между ними выявлена существенная разница. Изоляты гриба *F. avenaceum* были более патогенными, поскольку вызывали поражение ростков в основном по 3 баллу, в результате чего последние погибали. Изученные изоляты *F. culmorum* в большинстве случаев вызывали точечные некрозы ткани. В то же время исследования патогенности грибов рода *Fusarium* на других зерновых говорят о более высокой патогенности *F. culmorum* по сравнению с другими видами [3, 13, 17].

Среди проанализированных изолятов гриба *F. equiseti* преобладали патогенные и высокопатогенные, в то время как у *F. oxysporum* и *F. solani* – слабо-, умеренно- и среднепатогенные. В последние годы гриб *F. solani* ежегодно выделяется из корневой системы озимого ячменя, и является одним из доминирующих видов в восточном и центральном регионах республики. В отдельные годы частота его встречаемости достигала 66,6 % [2]. Однако полученные результаты свидетельствуют о том, что высокопатогенных изолятов в популяции данного гриба не выявлено, 11,2 % изолятов проявили среднюю патогенность, 44,4 % – отнесены к умеренно- и слабопатогенным, а 44,4 % изолятов не проявляли патогенных свойств в отношении проростков озимого ячменя.

Таблица 3 – Дифференциация изолятов грибов, доминирующих на растениях озимого ячменя, по патогенности (лабораторный опыт, сорт Дипло, 2022 г.)

Характеристика патогенности изолята	Доля изолятов грибов, %				
	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium equiseti</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>
Непатогенный	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4
Слабопатогенный	0,0	0,0	0,0	60,0	22,2
Умереннопатогенный	0,0	0,0	10,0	20,0	22,2
Среднепатогенный	0,0	33,3	10,0	20,0	11,2
Патогенный	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0
Высокопатогенный	100	66,7	40,0	0,0	0,0

Исследования показали, что грибы рода *Fusarium* также оказывают влияние на длину ростков и корней. Наиболее существенное снижение длины ростков и корней по сравнению с другими изучаемыми видами вызывают изоляты гриба *F. avenaceum* (таблица 4). Изоляты грибов *F. culmorum* снижали длину ростков в среднем на 32,9 %, корней – на 67,6 %, в то время как *F. equiseti* стимулировал рост ростков (их длина в среднем на 10,4 % больше, чем в контрольном варианте) и оказывал отрицательное влияние на длину корней. Влияние грибов *F. oxysporum* и *F. solani* на длину ростков и корней находилось на одном уровне и составило 54,0–57,8 % и 63,8–66,5 %, соответственно.

Таблица 4 – Влияние грибов, доминирующих на растениях озимого ячменя, на длину ростков и корней (лабораторный опыт, сорт Дипло, 2022 г.)

Вид гриба	Снижение длины ростка, %	Снижение длины корня, %
<i>F. avenaceum</i>	88,5±0,9	91,5±1,2
<i>F. culmorum</i>	32,9±6,9	67,6±2,8
<i>F. equiseti</i>	-10,4±6,5*	53,4±5,5
<i>F. oxysporum</i>	54,0±4,8	57,8±8,7
<i>F. solani</i>	66,5±4,7	63,8±4,7

Примечание – представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение; «*» – отмечено увеличение показателя по сравнению с контрольным вариантом.

Заключение. Таким образом, оценка патогенности изолятов грибов рода *Fusarium* показала, что все они способны вызывать заболевание растений, однако по степени поражения проростков озимого ячменя виды *F. avenaceum* и *F. culmorum* являются более патогенными по сравнению с другими видами, включенными в исследования. По проявлению патогенных свойств в отношении озимого ячменя доминирующие виды грибов рода *Fusarium*, контаминирующих корневую систему и зерно культуры можно ранжировать следующим образом: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*.

Исследования выполнены в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» (подпрограмма «Плодородие почв и защита растений»).

Список литературы

1. Биоэкологические и фитосанитарные аспекты исследования фузариоза колоса / В. Г. Иващенко [и др.] // Микология и фитопатология. – 1997. – Т. 31, вып. 2. – С. 58–63.
2. Видовое разнообразие возбудителей фузариозной корневой гнили озимых зерновых культур / Н. А. Крупенко [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1(140). – С. 36–40.

3. Жук, Е. И. Патогенность грибов рода *Fusarium*, контаминирующих корневую систему яровой пшеницы в Беларуси / Е. И. Жук // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 13–15 сент. 2022 г. / М-во науки и высш. образования РФ, Рос. акад. наук ; редкол.: А. М. Асатунова (гл. ред.) [др.]. – Краснодар, 2022. – Вып. 11. – С. 301–304.
4. Здрожевская, С. Д. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
5. Иващенко, В. Г. Экологический мониторинг возбудителей фузариоза семян зерновых культур на северо-западе России / В. Г. Иващенко, Н. П. Шипилова, И. Ю. Кирцидели // Микология и фитопатология. – 1997. – Т. 31, вып. 2. – С. 64–70.
6. Казакова, О. А. Взаимоотношения фитопатогенов семян ячменя в Западной Сибири / О. А. Казакова, Е. Ю. Торопова, И. Г. Воробьева // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 5. – С. 931–934.
7. Крупенько, Н. А. Патогенность грибов рода *Fusarium* на озимой пшенице в условиях Беларуси / Н. А. Крупенько, Н. А. Бурнос, А. А. Апресян // Биологические основы защиты растений : сб. науч. тр. по материалам Жученковских чтений VII, 15 сент. 2022 г. / М-во науки и высш. образования РФ, Рос. акад. наук, Федер. Науч. центр биол. защиты растений ; редкол.: А. М. Асатунова [и др.]. – Краснодар, 2022. – С. 135–137.
8. Левитин, М. М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата / М. М. Левитин // С.-х. биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 641–647.
9. Методические рекомендации по ускоренному определению устойчивости сортов и способам создания инфекционных фонов при селекции пшеницы на иммунитет к корневым гнилям / Южное отд-ние ВАСХНИЛ, Укр. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; сост.: М. П. Лесовой, Н. И. Кольнобрицкий, О. И. Сингаевская. – Киев: [б. и.], 1985. – 14 с.
10. Мониторинг грибов рода *Fusarium* Link. и их микотоксинов на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Агрехимия. – 2019. – № 5. – С. 76–82.
11. Овсянкина, А. В. Грибы рода *Fusarium* на зерновых культурах: видовой состав и внутривидовое разнообразие / А. В. Овсянкина // Современная микология в России. – 2015. – Т. 5, вып. 4. – С. 101–104.
12. Пилат, Т. Г. Видовое разнообразие возбудителей фузариоза колоса озимого ячменя / Т. Г. Пилат // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 13–15 сент. 2022 г. / М-во науки и высш. образования РФ, Рос. акад. наук, Федер. науч. центр биол. защиты растений ; редкол.: А. М. Асатунова (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2022. – Вып. 11. – С. 301–304.
13. Склименок, Н. А. Видовой состав и патогенность грибов, доминирующих на корневой системе озимой пшеницы в условиях Республики Беларусь / Н. А. Склименок // Защита растений : сб. науч. тр. / Научн.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трешашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 147–160.
14. Торопова, Е. Ю. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в патоккомплексе корневых гнилей зерновых культур / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, О. А. Казакова // Агрехимия. – 2018. – № 5. – С. 69–82.
15. Chelkowski, J. The ability of Fusaria pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalenone / J. Chelkowski, M. Manka // Phytopatholog. Z. – 1983. – Vol. 106. – P. 354–359.
16. Fernandez, M. R. Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions / M. R. Fernandez, Y. Chen // Plant Disease. – 2005. – Vol. 89, № 2. – P. 164–169.
17. Ferrigo, D. *Fusarium* toxins in cereals: occurrence, legislation, factor promotion the appearance and their management [Electronic resource] / D. Ferrigo, A. Raiola, R. Causine // Molecules. – 2016. – Vol. 21. – P. 1–35. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/molecules21050627>. - Date of access: 2023.05.31.

18. Influence of agronomic and climatic factors on *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination of cereals in Norway / A. Bernhoft [et al.] // Food Additives & Contaminants. – 2012. – Part A, vol. 29, iss. 7. – P. 1–12.

T.G. Pilat

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

PATHOGENICITY *FUSARIUM* SPECIES, DOMINANT ON THE ROOT SYSTEM AND EAR OF WINTER BARLEY

Annotation. The article presents the results of studies the pathogenic properties of fungi of the genus *Fusarium* isolated from the root system and ear of winter barley. Their influence on laboratory germination, biometric indicators and on the defeat of winter barley seedlings was studied. The dominant fungal species of the genus *Fusarium*, contaminating the root system and grain of winter barley, can be ranked in descending order according to the manifestation of pathogenic properties in relation to the crop: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*.

Key words: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, winter barley, pathogenicity.

Р.И. Плескачевич

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

РАЗВИТИЕ КОККОМИКОЗА НА ВИШНЕ И СНИЖЕНИЕ ЕГО ВРЕДНОСТИ МЕДЬСОДЕРЖАЩИМ ФУНГИЦИДОМ ИНДИГО, КС

Дата поступления статьи в редакцию: 26.06.2023

Рецензент: канд. биол. наук Кислушко П.М.

Аннотация. В статье представлены данные по многолетней динамике распространности и развития коккомикоза в насаждениях вишни. Установлено, что в годы исследований распространность коккомикоза на вишне составила 74,6–100 %, развитие – 30,1–49,6 %. Развитие коккомикоза вишни не зависит от возраста культуры. Для защиты вишни от болезни изучена биологическая эффективность медьсодержащего препарата Индиго, КС. Биологическая эффективность фунгицида Индиго, КС с нормами расхода 3,0 и 5,0 л/га против коккомикоза вишни составила: в 2020 году – 62,9 – 66,1 %, в 2021 году – 68,8–74,6 %.

Ключевые слова: вишня, коккомикоз, возбудитель болезни, распространность, развитие, динамика, фунгицид Индиго, КС, биологическая эффективность.

Введение. В последние годы в Беларуси значительно снизилось количество площадей, отводимых под косточковые культуры, в том числе вишню (*Prunus cerasus L.*). Одним из факторов, влияющим на это, является поражение культуры грибными болезнями, приводящее к значительным потерям урожая. В условиях Беларуси к доминирующим болезням вишни относятся: монилиальный ожог, коккомикоз, клястероспориоз [1, 4, 7, 8].

Однако, в последние годы в косточковых садах республики наблюдается периодическая смена доминантов фитопатогенов. В промышленных насаждениях вишни отмечается повсеместная распространность и вредоносность коккомикоза, которые увеличиваются в связи с трудностями при проведении защитных мероприятий, так как первые признаки болезни чаще всего появляются в фенофазу «рост плодов», а применение фунгицидов в этот период ограничено. В косточковых садах интенсивного типа с высоким инфекционным запасом возбудителя болезни, системой содержания почвы, предусматривающей залужение, а также благоприятными для развития болезней гидротермическими условиями почти ежегодно наблюдаются эпифитотии коккомикоза.

Возбудитель болезни – гриб *Coccomyces hiemalis* Higg. = *Blumeriella jaarii* (Rehm.) von Arx., анаморфа (гриб *Cylindrosporium hiemale* Higg.). В Беларуси коккомикоз впервые описан в 1962 году [6]. За шесть десятилетий болезнь широко распространилась по всей республике и наносит существенный ущерб культуре вишни и черешни.

Вредоносность патогена проявляется в преждевременном опадании пораженных листьев, что резко снижает фотосинтетическую деятельность растений, ведет к ослаблению деревьев, и как следствие влияет на долгосрочный потенциал урожайности вишни. Снижение общей ассимиляционной поверхности в результате поражения фитопатогенами приводит к существенным потерям урожая [9]. Космополитный характер проявления коккомикоза и значительная вредоносность болезни требуют разработки защиты культуры. В связи с этим первоочередное значение приобретают профилактические фунгицидные обработки насаждений вишни.

Материалы и методика проведения исследований. Стационарные наблюдения и полевые опыты по изучению распространенности и развития коккомикоза проводили в 2015–2021 гг. на сортах вишни Вянок 2003, 2005, 2010 и 2013 г. посадки в РУП «Институт плодководства», аг. Самохваловичи Минской области.

Учеты распространенности коккомикоза проводили в динамике по общепринятой в фитопатологии методике. Показатели распространенности (P) и развития (R) болезней рассчитывали по формулам:

$$P = (a \times 100) / n; R = \sum (a \times b) \times 100 / (n \times N),$$

где P – распространенность болезней (%); R – развитие болезни (%); a – количество пораженных листьев или плодов; n – количество просмотренных листьев или плодов; b – соответствующий балл поражения; n – общее количество просмотренных листьев или плодов; N – высший балл поражения [3, 5].

Оценку биологической и хозяйственной эффективности медьсодержащего фунгицида Индиго, КС (сульфат меди трехосновной, 345 г/л) в нормах расхода 3,0 и 5,0 л/га против коккомикоза на вишне проводили в саду РУП «Институт плодководства» в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5]. Исследования выполняли на естественном инфекционном фоне. Растения обрабатывались 3-кратно. В схему опыта были включены варианты с эталоном (дифеноконазол, 250 г/л) и контролем (без обработки). Возраст посадок – 10–11 лет. Повторность опыта 10-кратная (дерево – повторность). Норма расхода рабочей жидкости из расчета 1000 л/га.

Для статистического анализа результатов исследований использовали методики, разработанные Б.А. Доспеховым [2]. Обработка

экспериментальных данных выполнена в пакете прикладных программ MS Excel, Statistica 10.0.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании многолетнего мониторинга установлено, что коккомикоз – широко распространенная болезнь вишни, которая ежегодно отмечается во всех районах возделывания культуры.

Патоген поражает главным образом листья, у восприимчивых поздних сортов – плодоножки и плоды, а в отдельные годы – недревесневшие побеги. На верхней стороне листьев образуются вначале отдельные, мелкие, почти точечные, округлые или округло-угловатые пятна 0,1–0,3 мм, которые при благоприятных условиях быстро увеличиваются в размере, захватывая значительную часть листа, образуя некротизированные участки. Цвет их варьирует от светло-коричневого, красновато-бурого до коричневого. Располагаются они беспорядочно, концентрируясь в основном у главной или боковой жилок. На молодых листьях у отдельных сортов вишни на пораженных листьях вокруг некротизированного пятна появляется хлоротичное кольцо. Появление многочисленных пятен на листе обычно сопровождается его пожелтением и опаданием. На нижней стороне листьев на пятнах образуется беловато – розовый налет мицелия с конидиями, реинфицирование которыми продолжается в течение вегетационного периода. На отдельных сортах вишни (Ласуха, Живица) пятна отделяются от здоровой ткани, выпадают и оставляют на листе круглые дырки. В годы с ранним проявлением коккомикоза (2016, 2017) первые симптомы болезни чаще всего наблюдались на верхних листьях, затем только на средних и нижних. На черешках листьев и плодах образуются вдавленные мелкие коричневые пятна, пораженные плоды деформируются. На недревесневших побегах поражение имеет вид беловатых пустул. Пораженная грибом ткань побегов засыхает и растрескивается. Сохраняется грибок на опавших листьях в виде мицелия, конидиальных ложе и плотных темно-коричневых стром, в которых в период «распускание почек» образуются плодовые тела – апотеции.

Пораженность вишни коккомикозом в отдельные годы достигает 90–100 %, что обуславливает раннее на 1–2 месяца опадание листьев и как следствие постепенное снижение продуктивности деревьев [7, 8]. Болезнь распространена как в плодоносящих насаждениях вишни, так и в питомниках саженцев. В 2015–2016 гг. в питомнике отдела селекции РУП «Институт пловодства» в период максимального развития болезни (конец августа) проведена сравнительная оценка поражаемости 14 сортов вишни коккомикозом, которая показала, что минимальное развитие болезни 1,9 % отмечено на сорте Гриот Серидко, а максимальное 45,0% на сортах Метелица и Память Еникеева при распространенности 6,6–88,6%.

Первичное инфицирование грибом *C. hiemalis* весной осуществляется за счет аскоспор, а также макро- и микроконидий, находящихся в ацервулах. В годы исследований появление первых видимых признаков болезни на листьях вишни отмечалось при переходе среднесуточной температуры воздуха через +13,2...+14,8 °С и относительной влажности воздуха 65,0–75,0 %. Максимального развития коккомикоза на листьях вишни достигает во второй половине вегетационного периода.

Ретроспективный анализ многолетней динамики болезни показал, что на стационарном участке РУП «Институт плодоводства» в годы исследований (2015–2021 гг.) развитие коккомикоза на листьях вишни сорта Вянок ежегодно носило характер эпифитотии и составило: от 30,1 % до 49,6 % при распространённости 74,6–100 % (рисунок 1).

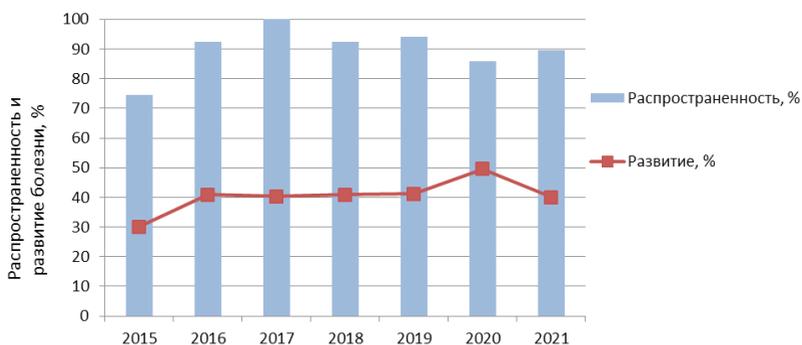


Рисунок 1 – Динамика распространённости и развития коккомикоза вишни (сорт Вянок, 2010 года посадки, РУП «Институт плодоводства», п. Самохваловичи, Минский р-н)

Анализ поражаемости разновозрастных насаждений вишни коккомикозом, проведенный в 2016 году показал, что распространённость и развитие болезни не зависят от возраста культуры (рисунок 2). Результаты фитопатологической оценки вишни сорта Вянок в разновозрастных насаждениях показали, что развитие коккомикоза варьировало незначительно и составило от 40,2 % в трехлетних до 42,0 % в тринадцатилетних насаждениях при распространённости 90,4–96,7 %.

Установлено, что степень пораженности коккомикозом в значительной степени определяется погодными условиями. На основании результатов статистического анализа многолетних данных (2015–2018 гг.) выявлено, что развитие коккомикоза вишни наиболее сильно коррелирует с количеством дней с осадками июля ($r=0,898\pm 0,13$), ГТК июня–августа ($r=0,923\pm 0,17$).

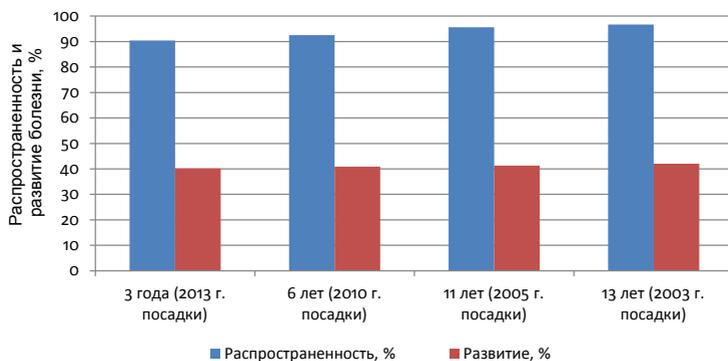


Рисунок 2 – Распространенность и развитие коккомикоза вишни, в зависимости от возраста культуры (сорт Вянок, 2016 год, РУП «Институт плодоводства», п. Самохваловичи, Минский р-н)

В связи с широким распространением коккомикоза и ограниченным ассортиментом препаратов в насаждениях косточковых культур нами в 2020–2021 гг. были проведены исследования по изучению биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Индиго, КС на вишне.

Развитие коккомикоза в насаждениях вишни Минской области носило характер эпифитотии (развитие болезни на листьях к концу вегетационного сезона достигало 49,6 % и 40,1 % соответственно по годам).

Прохладная погода весеннего периода 2020–2021 гг., когда среднесуточные температуры воздуха марта-мая составили +6,3 и +5,8 °С при климатической норме +6,8 °С с недостаточным количеством осадков (57,5 % и 93,0 % от нормы) погода отрицательно не повлияла на формирование плодовых тел гриба *C. hiemalis*.

Две профилактические обработки против коккомикоза вишни были проведены до цветения в фенофазы культуры «зеленый конус», ВВСН 53-55 (2-я – 3-я декады апреля) и «белая почка», ВВСН 57-59 (3-я декада апреля – 1-я декада мая) в период созревания и начала рассеивания сумкоспор гриба *C. hiemalis*. Третья обработка была выполнена после цветения в фенофазу «рост плодов», ВВСН 74-75 (массовое рассеивание сумкоспор гриба *C. hiemalis*) – 3-я декада мая – 1-я декада июня, при появлении единичных признаков болезни на листьях вишни в контрольном варианте (без обработки).

В июне 2020 г. избыточное (151 %) и в 2021 г. в пределах нормы (95 %) количество осадков на фоне повышенной температуры воздуха

(на 3,1 и 1,6 °С выше нормы) в течение месяца способствовали рассеиванию сумкоспор *C. hiemalis* и заражению листьев вишни коккомикозом. Первые пятна коккомикоза на листьях вишни в годы исследований отмечены в первой декаде июня в фенофазу культуры «рост плодов», а к концу первой половины вегетационного периода в варианте без обработки развитие болезни составило 1,3 – 1,8 % при распространенности 5,2–6,5 %. В опытных и эталонном вариантах болезни в этот период не отмечено (таблица).

Таблица – Биологическая эффективность фунгицида Индиго, КС против коккомикоза вишни (РУП «Институт плодоводства», Минский р-н, сорт Вянок, полевой опыт, 2020 – 2021 гг.)

Варианты опыта	Развитие коккомикоза, %						Биологическая эффективность, % (24.08)	
	2020 г.			2021 г.			2020 г.	2021 г.
	24.06	24.07	24.08	28.06	26.07	24.08		
Индиго, КС, 3,0 л/га	0	5,0	18,4	0	2,5	12,5	62,9	68,8
Индиго, КС, 5,0 л/га	0	3,8	16,8	0	2,0	10,2	66,1	74,6
Дифеноконазол, 250 г/л (эталон)	0	7,0	23,0	0	3,6	14,6	53,6	63,6
Контроль (без обработки)	1,3	21,6	49,6	1,8	20,6	40,1	–	–

В июле на фоне умеренной (+17,5 °С) и жаркой (+20,8 °С) температуры воздуха, осадков на уровне 80–50 % от нормы и обильных утренних рос отмечалось увеличение распространенности коккомикоза на всех вариантах опыта. После уборки урожая (3-я декада июля) развитие болезни в варианте без обработки составило 21,6–20,6 % при распространенности 50,3–52,3 %, в эталонном варианте – 7,0–3,6 % при распространенности 16,6–10,6 %. Однако, в вариантах с трехкратным применением фунгицида Индиго, КС развитие коккомикоза на листьях вишни в этот период не превышало 3,8–5,0 % при распространенности 10,0–11,6 % (2020 год) и 2,0–2,5 % при распространенности 6,2–7,6 % (2021 год).

Теплая (+18,0...+17,5 °С) с достаточным увлажнением (90–91 % от нормы) погода августа способствовала массовому рассеиванию конидий *C. hiemalis* и дальнейшему увеличению развития коккомикоза во всех вариантах опыта. К концу месяца развитие коккомикоза на листьях вишни в варианте без обработок достигло эпифитотийного уровня и составило 49,6–40,1 %, пораженные листья начали опадать. В опытных вариантах развитие болезни было на депрессивно-умеренном уровне и составило 16,8–18,4 % (2020 г.) и 10,2–12,5 % (2021 г.), в эталонном варианте – 23,0 %–14,6 % соответственно.

В результате исследований установлено, что биологическая эффективность фунгицида Индиго, КС с нормами расхода 3,0 и 5,0 л/га против коккомикоза вишни составила: в 2020 году – 62,9–66,1 %, в 2021 году – 68,8–74,6 %.

Заключение. На основании многолетнего мониторинга (2015–2021 гг.) установлено, что доминирующей болезнью на листьях вишни является коккомикоз, возбудитель – гриб *S. hiemalis*, развитие которого ежегодно достигает эпифитотии.

В годы исследований развитие болезни составило от 30,1 % до 49,6 % при распространенности 74,6–100 %. Для снижения вредоносности болезни в насаждениях вишни оценена эффективность профилактического и лечебного применения медьсодержащего фунгицида Индиго, КС с нормами расхода 3,0 и 5,0 л/га, биологическая эффективность препарата в снижении развития коккомикоза вишни составила 62,9–66,1 % в 2020 году и 68,8–74,6 % в 2021 году.

На основании результатов исследований фунгицид Индиго, КС с нормами расхода 3,0–5,0 л/га включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для трехкратного опрыскивания насаждений вишни.

Список литературы

1. Вышинская, М. И. Наиболее вредоносные болезни вишни в Беларуси / М. И. Вышинская // Проблемы фитопатологии в Респ. Беларусь : тез. докл. науч. конф., 3 апр. 1996 г. / Акад. аграр. наук Респ. Беларусь ; редкол.: С. Ф. Буга, Н. П. Купреевко, В. Л. Налобова. – Минск, 1996. – С. 19–20.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-ое изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Плодовые культуры / Н. Е. Колтун [и др.] // Интегрированные системы защиты с.-х. культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – С. 388–417.
4. Малиновская, А. М. Коккомикоз вишни: проблемы и перспективы в селекции / А. М. Малиновская // Плодоводство: науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 298–304.
5. Коккомикоз / г. Ш. Котикова [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 414–418.
6. Мелешкевич, А. А. Биологические особенности развития возбудителя коккомикоза вишни (*Coscomyces hiemalis* Nigg.) и меры борьбы с ним в условиях БССР : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.540 / А. А. Мелешкевич ; Ин-т эксперимент. ботаники АН БССР. – Минск, 1971. – 22 с.
7. Плескацевич, Р. И. Защита вишни от болезней в условиях Беларуси / Р. И. Плескацевич, Е. Е. Берлинчик // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. селекц. – технолог. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов, В. А. Высоцкий, О. г. Казаков. – М., 2010. – Т. XXIV, № 2. – С. 215–221.

8. Плескацевич, Р. И. Болезни косточковых культур / Р. И. Плескацевич, Е. Е. Берлинчик // Наше сел. хоз-во. – 2012. – № 4 (39). – С. 86–90.

9. Чумаков, А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, Т. И. Захарова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 127 с.

R.I. Pleskatsevich

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

DEVELOPMENT OF COCCOMYCES ON CHERRY AND REDUCTION OF ITS HARMFULNESS WITH COPPER CONTAINING FUNGICIDE INDIGO, SC

Annotation. The article presents the data on long-term dynamics of prevalence and development of coccomyces in cherry plantings. It was established that during the years of research, coccomyces prevalence on cherries was 74,6–100 %, its development – 30,1–49,6 %. The development of cherry coccomycosis does not depend on the age of the crop. To protect cherries from the disease, the biological efficiency of copper containing preparation Indigo, SC was studied. The biological efficiency of the fungicide Indigo, SC applied at a rate of 3,0 and 5,0 l/ha against cherry coccomyces was 62,9–66,1 % in 2020 and 68.8–74,6 % in 2021.

Key words: cherry, coccomyces, pathogen, prevalence, development, dynamics, fungicide Indigo SC, biological efficiency.

В.А. Радивон, А.Г. Жуковский

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

АНАЛИЗ ПОРАЖАЕМОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ БОЛЕЗНЯМИ ЗА 2012–2022 ГГ.

Дата поступления статьи в редакцию: 18.07.2023

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д.В.

Аннотация. В статье представлены данные по поражаемости болезнями районированных в Беларуси сортов яровой тритикале Карго, Узор, Дублет, Садко и Гелио. На основании многолетних данных за 2012–2022 гг. определено, что в годы, благоприятные для развития патогенов, степень поражения яровой тритикале корневой гнилью в среднем по сортам достигала 43,5 %, септориозом листьев – 33,9 %, мучнистой росой – 10,0 %, бурой ржавчиной – 29,6 %, септориозом и фузариозом колоса – 25,3 и 9,8 % соответственно. Выявлены сорта наиболее восприимчивые к каждой болезни.

Ключевые слова: яровая тритикале, сорт, поражаемость, болезни, развитие.

Введение. Яровая тритикале – важная зернофуражная культура в Беларуси, что в первую очередь обусловлено ее кормовыми характеристиками. По количеству белка зерне и соотношению аминокислотного состава яровая тритикале превосходит другие яровые культуры. Отдельную ценность представляет зеленая масса злака, которая характеризуется повышенным содержанием сахаров и каротиноидов. Помимо зернофуражных целей, зерно яровой тритикале широко используется в пищевой промышленности [1, 2].

Посевные площади культуры в последние годы составляют от 13,6 до 18,3 тыс. га. В «Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений» по состоянию на 2022 г. включено 12 сортов яровой тритикале, из которых доминирующее положение по площадям возделывания занимают Дублет и Узор. Урожайность культуры в зависимости от сорта варьирует от 48,7 до 70,9 ц/га [3, 4].

Яровая тритикале, как и любая другая зерновая культура, на протяжении периода вегетации поражается комплексом болезней, основу которого составляют корневая гниль, септориоз листьев, бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз и фузариоз колоса [5]. В целом потери урожая зерновых культур от развития болезней составляют 15–30 % в зависимости от развития и вредоносности доминирующих в сезоне болезней. Поражение яровой тритикале корневой гнилью приводит к существенному снижению основных показателей урожайности.

Вследствие развития болезни происходит уменьшение количества зерен в колосе на 35,7 %, массы зерен колоса – на 40,0 %, массы 1000 зерен – на 9,7 % [6]. Развитие болезней на листовом аппарате свыше порога вредоносности, который составляет 4,3–4,7 %, приводит к значительному снижению урожайности с каждым последующим процентом развития этих болезней [7]. Поражение колоса яровой тритикале септориозом и фузариозом приводит к снижению массы зерен с колоса на 29,2 и 33,3 %, массы 1000 зерен – на 18,2 и 9,7 % соответственно [6].

Болезнь и динамика ее развития определяют фитопатологическое состояние посева культуры. По мнению К.М. Степанова, движущими силами эпифитотического процесса развития болезни являются запасы заразного начала, частота инфекции и их проявляемость, то есть факторы, которые обуславливают скорость инфекции. В патологическом процессе наряду с возбудителем болезни большая роль отводится растению-хозяину. Возникновение эпифитотии или депрессивное развитие болезни зависит от восприимчивости сортов, которые различаются между собой по устойчивости к одним и тем же возбудителям, что обуславливает различия в быстроте накопления инфекции, что потом, в свою очередь, сказывается на интенсивности поражения растения. Изменения в составе сортов приводят к изменению в популяции возбудителя и оказывают действие на динамику болезни [8]. В концепции интегрированной защиты зерновой культуры от болезней устойчивость сорта играет первостепенную роль, так как на основе этого фактора обосновывается тактика защиты культуры [9]. В посевах относительно устойчивых сортов, по сравнению с восприимчивыми, первые симптомы поражения растений болезнью могут проявляться в более поздние стадии онтогенеза растений, в силу образования меньшего количества инфекционного начала, и развиваться с низкой скоростью. Следовательно, тактика применения фунгицида для защиты относительно устойчивых и восприимчивых сотов будет отличаться и за счет сокращения обработок, что позволит снизить расход фунгицидов на 30–50 % [5].

Целью исследований являлось определение степени поражаемости сортов яровой тритикале болезнями для выявления фитопатологической обстановки в посевах культуры.

Методы и условия проведения исследований. Работа выполнена в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Исследования проводили в посевах сортов яровой тритикале белорусской и зарубежной селекции, включенных «Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений» в различные годы (таблица 1) [3].

Оценка развития корневой гнили, листовых болезней и болезней колоса яровой тритикале была проведена на опытном поле РУП «Институт

защиты растений». В 2013, 2016 и 2022 гг. предшественником являлся картофель, в 2018 г. – лен, в 2019 г. – кукуруза, в остальные годы – озимые зерновые культуры. Сев яровой тритикале был осуществлен в третьей декаде апреля. Норма высева семян – 5,5 млн зерен на гектар. Уход за посевами включал гербицидную и инсектицидную обработку. Внесение фунгицидов не проводили с целью определения максимальной степени поражения сортов болезнями. Для оценки развития болезней в посевах сортов яровой тритикале использовали общепринятые в фитопатологии методики [10]. Стадии развития растений приводили в соответствии с десятичным кодом ВВСН.

Таблица 1 – Характеристика сортов, включенных в исследования

Наименование сорта	Год включения	Страна заявитель	Срок созревания
Карго	2001	Польша	Средний
Узор	2008	Беларусь	Среднеранний
Дублет	2009	Польша	Средний
Садко	2011	Беларусь	Средний
Гелио	2019	Беларусь; Россия	Средний

Результаты исследований. Многолетние исследования степени поражения сортов яровой тритикале корневой гнилью позволили выявить, что в среднем по сортам в зависимости от года исследования развитие болезни на конец вегетации составляло от 5,9 до 43,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие корневой гнили в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	85	29,0	31,0	17,0	30,0	–	26,8±6,6
2013	77–79	17,9	10,2	13,8	12,2	–	13,5±3,3
2014	85–87	40,0	50,6	–	39,8	–	43,5±6,2
2015	85	22,5	42,3	17,3	–	–	27,4±13,2
2016	85	4,0	9,2	4,6	–	–	5,9±2,8
2017	85	30,4	36,8	32,3	–	–	33,2±3,3
2018	85	21,2	21,4	17,6	–	–	20,1±2,1
2019	85	9,3	10,4	8,5	–	10,6	9,7±1,0
2020	85	15,8	11,8	10,0	–	7,8	11,4±3,4
2021	83	12,8	25,8	17,8	–	30,8	21,8±8,0
2022	75	–	10,9	9,9	–	14,0	11,6±2,1
Среднее*		20,3±10,8	23,7±14,8	14,9±7,6	27,3±14,0	15,8±10,3	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

В 2014 г., когда наблюдалась интенсивное развитие корневой гнили на всех сортах, наиболее поражаемым сортом был Дублет с развитием

50,6 %. Также высокое развитие корневой гнили на этом сорте отмечено в 2015 г. – 42,3 %, на фоне степени поражения других сортов до 22,2 %. В 2021 г. степень поражения сорта Гелио была на уровне сорта Дублет и составила 30,8 %, в то время как на сортах Узор и Садко находилась в пределах 12,8–17,8 %. Менее поражаемым корневой гнилью являлся сорт Садко, о чем свидетельствуют данные 2012 г., когда развитие болезни на нем не превысило 17,0 %, а на других сортах варьировало от 29,0 до 31,0 %. В среднем за весь период исследований степень поражения сорта составила 14,9 %.

Септориоз листьев в посевах культуры на конец вегетации отмечали с развитием в среднем от 2,8 до 33,9 %. Наиболее интенсивно сорта поражались в 2012–2013 и 2018 гг. – в среднем от 30,2 до 33,9 %. В 2012–2013 гг. в посевах сорта Карго, а также в 2013 г. на сорте Узор развитие болезни достигло эпифитотийного уровня – 51,4–53,9 %, в то время как степень поражения септориозом листьев сортов Дублет и Садко за эти годы не превысила 17,9 %. Также отмечено, что развитие болезни на сортах Дублет и Садко в 2016 г. было несколько ниже, чем на сорте Узор – 13,4–13,8 % и 20,9 % соответственно. Однако в 2017–2018 гг. степень поражения септориозом листьев сортов Дублет и Садко была на уровне сорта Узор – 21,8–36,6 %, что может указывать на проявлении чувствительности сортов с течением времени возделывания (таблица 3).

Таблица 3 – Развитие (%) септориоза листьев в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	77	39,2	11,6	16,2	53,6	–	30,2±6,6
2013	77–79	53,9	12,2	17,9	51,4	–	33,9±3,3
2014	83–85	4,4	3,2	–	3,7	–	3,8±6,2
2015	83–85	3,2	2,3	3,0	–	–	2,8±13,2
2016	83	20,9	13,4	13,8	–	–	16,0±4,2
2017	83	23,2	25,3	21,8	–	–	23,4±1,8
2018	83	35,6	36,6	29,4	–	–	33,9±3,9
2019	83	4,5	5,5	5,6	–	5,4	5,3±0,5
2020	77–83	7,1	12,1	8,3	–	6,2	8,4±2,6
2021	83	4,3	3,5	3,9	–	2,9	3,7±0,6
2022	83	–	20,1	15,1	–	24,5	19,9±4,7
Среднее*		19,6±18,1	13,3±10,6	13,5±8,5	36,2±28,2	9,8±9,9	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Многолетние исследования сортов Узор, Дублет, Садко и Карго показали, что данные сорта слабо поражаются мучнистой росой – в среднем от 0,8 до 2,8 %. За три года наблюдений в посевах сорта Карго

отмечены лишь единичные признаки поражения болезнью – до 1,4 %. На фоне депрессивного развития мучнистой росы в посевах исследуемых сортов значительно выделялся сорт Гелио, степень поражения которого в 2022 г. составила 35,5 % (таблица 4).

Таблица 4 – Развитие (%) мучнистой росы в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	51–55	3,2	2,5	0,5	0,9	–	1,8±1,3
2013	41–43	1,2	1,9	1,6	1,4	–	1,5±0,3
2014	51–55	0,1	0,2	–	0,0	–	0,1±0,1
2015	75	0,2	0,5	0,1	–	–	0,3±0,2
2016	71–73	0,5	1,1	0,2	–	–	0,6±0,5
2017	73	6,3	10,3	3,7	–	–	6,8±3,3
2018	73	3,8	7,3	18,8	–	–	10,0±7,8
2019	73	1,5	2,5	0,4	–	0,9	1,3±0,9
2020	71–73	0,9	0,9	0,0	–	21,7	5,9±10,6
2021	65	0,3	0,5	0,7	–	6,8	2,1±3,2
2022	75	–	3,3	1,0	–	35,5	13,3±19,3
Среднее*		1,8±2,0	2,8±3,2	2,7±5,8	0,8±0,7	16,2±15,5	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Степень поражения сортов Узор, Дублет и Карго бурой ржавчиной достигала 41,9–52,7 % (таблица 5).

Таблица 5 – Развитие (%) бурой ржавчины в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	77	52,7	5,9	13,5	46,4	–	29,6±23,4
2013	77–79	17,9	10,2	13,8	12,2	–	13,5±3,3
2014	83	22,3	2,5	–	20,5	–	15,1±10,9
2015	85	0,4	0,1	0,2	–	–	0,2±0,2
2016	83	3,4	6,5	7,6	–	–	5,8±2,2
2017	83	7,0	18,6	8,2	–	–	11,3±6,4
2018	83	28,0	41,9	1,9	–	–	23,9±20,3
2019	83	4,5	20,8	3,7	–	12,5	10,4±8,0
2020	77–83	4,5	4,2	0,4	–	0,0	2,3±2,4
2021	83	1,4	2,4	0,7	–	0,1	1,2±1,0
2022	83	–	0,0	0,0	–	0	0,0
Среднее*		14,2±16,5	10,3±12,6	5,0±5,4	26,4±17,8	3,2±6,2	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

В посевах сорта Дублет в первые годы возделывание наблюдалось менее интенсивное развитие болезни, чем на других сортах. Так, в 2012 и 2014 гг., когда степень поражения сортов Узор и Карго бурой ржавчиной к концу вегетации находилась на уровне от 20,5 до 52,7 %, развитие в посевах сорта Дублет составляло 2,5–5,9 %. В последующие годы отмечали увеличение степени поражения сорта бурой ржавчиной, особенно в 2017–2019 гг. – до 41,9 %, что было выше, чем на сорте Узор. Менее поражаемым сортом был Садко – за все годы исследования развитие болезни на нем не превысило 13,8 %. Также за весь период наблюдений в посевах сорта Гелио развитие бурой ржавчины находилось на депрессивном уровне.

Относительно поражаемости сортов септориозом колоса не отмечено значительной разницы между сортами. Развитие болезни на всех сортах находилось на одном уровне и в зависимости от года в среднем составляло от 1,2 до 25,3 % (таблица 6).

Таблица 6 – Развитие (%) септориоза колоса в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	83	22,0	25,0	21,0	33,0	–	25,3±5,4
2013	83	20,0	20,0	20,0	25,0	–	21,3±2,5
2014	85	15,3	14,0	–	15,7	–	15,0±0,9
2015	85	3,0	1,8	1,8	–	–	2,2±6,7
2016	85	3,3	2,5	4,0	–	–	3,3±0,8
2017	83	19,6	18,0	13,0	–	–	16,9±3,4
2018	83	15,0	13,3	22,7	–	–	17,0±5,0
2019	83	0,5	2,0	2,0	–	1,0	1,4±0,8
2020	83	2,0	1,0	6,0	–	5,0	3,5±2,4
2021	83	0,7	0,1	2,3	–	1,7	1,2±1,0
2022	85	–	11,0	13,0	–	14,0	12,7±1,5
Среднее		10,1±9,1	9,9±8,9	10,6±8,4	24,6±8,7	5,4±6,0	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Степень поражения сортов фузариозом колоса также за весь период исследований была невысокой – в среднем до 9,8 %. В 2012–2013 гг. несколько интенсивнее развитие болезни было на сорте Карго – 9,0–15,0 %, чем на других сортах, а в 2017–2018 гг. на сорте Садко – 8,7–10,5 % (таблица 7).

Таблица 7 – Развитие (%) фузариоза колоса в посевах сортов яровой тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Год	Стадия	Узор	Дублет	Садко	Карго	Гелио	Среднее
2012	83	5,0	1,0	2,0	9,0	–	4,3±3,6
2013	83	6,0	8,0	10,0	15,0	–	9,8±3,9
2014	85	5,7	0,3	–	3,5	–	3,2±2,7
2015	85	1,0	1,0	1,0	–	–	1,0±0,0
2016	83	1,3	1,0	0,5	–	–	0,9±0,4
2017	83	4,0	2,0	10,5	–	–	5,5±4,4
2018	83	1,8	4,0	8,7	–	–	4,8±3,5
2019	83	0,6	1,0	1,0	–	0,5	0,8±0,3
2020	83	0,0	2,0	2,0	–	5,0	2,3±2,1
2021	83	2,0	1,3	3,0	–	1,3	1,9±0,8
2022	85	–	0	1,0	–	1,0	0,7±0,6
Среднее*		2,7±2,2	2,0±2,3	4,0±4,1	9,2±5,6	2,0±2,1	

Примечание – «*» – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Заключение. По результатам многолетних исследований было выявлено, что в благоприятные для развития патогенов годы степень поражения сортов яровой тритикале корневой гнилью в среднем достигала 43,5 %, септориозом листьев 33,9 %, мучнистой росой – 10,0 %, бурой ржавчиной – 29,6 % и фузариозом колоса – 9,8 %. Более интенсивное поражение корневой гнилью в сравнении с другими сортами отмечено на сорте Дублет, менее – на сорте Садко. В посевах сортов Узор и Карго развитие септориоза листьев может достигать эпифитотийного уровня, что было в 2012–2013 г. В целом за долгий период наблюдений 2014–2022 гг. развитие болезни в посевах сортов носило депрессивно-умеренный характер. Однако существует риск роста болезни. Так, отмечено увеличение степени поражения болезнью таких сортов, как Садко и Дублет в 2017–2018 гг. Развитие мучнистой росы на протяжении всего периода исследований в посевах сортов носило депрессивный характер, что указывает на относительную устойчивость культуры к этой болезни. Исключение составляет недавно районированный сорт Гелио, степень поражения которого в последние годы была значительно выше, чем на других сортах и достигала 35,5 %. Развитие бурой ржавчины в посевах сортов Узор, Карго и Дублет может достигать умеренно-эпифитотийного уровня. За период исследований отмечено увеличение чувствительность сорта Дублет к болезни. Менее поражаемым на протяжении всего периода исследований являлся сорт Садко, развитие на котором характеризовалось как депрессивное. Развитие септориоза колоса на всех исследуемых сортах находилось на одном уровне, а степень поражения фузариозом колоса была несколько выше на сортах Садко и Карго.

Исходя из полученных данных, которые свидетельствуют о том, что с продолжительностью возделывания районированных сортов яровой три-

тикале, их устойчивость к возбудителям болезней снижается, существует риск изменения фитопатологической ситуации в сторону увеличения распространенности и развития болезней в посевах яровой тритикале.

Список литературы

1. Особенности технологии возделывания ярового тритикале / С. И. Гриб [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1: приложение. – С. 11–14.
2. Бондаренко, А. В. Продуктивность и основные элементы технологии возделывания ярового тритикале в условиях супесчаных почв Белорусского Полесья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / А. В. Бондаренко ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции. – Жодино, 2003. – 18 с.
3. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных культур / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск: [б. и.], 2022. – 283 с.
4. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2016–2018 годы / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; подгот.: С. А. Любовицкий [и др.]. – Минск : [б. и.], 2019. – 154 с.
5. 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. укрупн. тип., 2013. – 240 с.
6. Радивон, В. А. Вредоносность болезней, вызываемых грибами рода *Fusarium*, в посевах ярового тритикале / В. А. Радивон, А. Г. Жуковский // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трешко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 43. – С. 183–189.
7. Радивон, В. А. Биологическое обоснование защиты ярового тритикале от болезней : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / В. А. Радивон ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2022. – 22 с.
8. Степанов, К. М. Грибные эпифитотии: введение в общую эпифитотиологию грибных болезней растений / К. М. Степанов. – М.: Сельхозгиздат, 1962. – 471 с.
9. Шпаар, Ш. Зерновые культуры: учеб-практ. руководство: в 2 т. / Д. Шпаар. – 3-е изд., доработ. и доп. – М.: ДЛВ АГРОДЕЛО, 2008. – Т. 2: Выращивание, уборка, доработка и использование. – 366 с.
10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип., 2007. – 508 с.

V.A. Radivon, A.G. Zhukovsky

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

ANALYSIS OF THE SUSCEPTIBILITY OF SPRING TRITICALE VARIETIES TO DISEASES FOR 2012–2022

Annotation. The article presents data on the disease susceptibility of spring triticale varieties Cargo, Uzor, Doublet, Sadko and Gelio in Belarus for 2012–2022. It was determined that in years favorable for the development of pathogens, the severity to spring triticale by Root rot on average for varieties reached 43.5%, Septoria leaf spot – 33.9%, Powdery mildew – 10.0%, Leaf rust – 29.6%, Glume blotch – 25.3% and Fusarium ear blight – 9.8%. The varieties most susceptible to each disease were identified.

Key words: spring triticale, variety, susceptibility, diseases, severity.

Н.Л. Свидунович

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

ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ НА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ КУКУРУЗЫ, В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.06.2023

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

Аннотация. Проведены исследования по изучению видового состава грибов, паразитирующих на корневой системе кукурузы в условиях Республики Беларусь. В структуре грибов рода *Fusarium* Link установлено доминирование грибов *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, *F. oxysporum* Schltdl., частота встречаемости которых достигала 51,0 и 27,8 % соответственно. Патогенный комплекс грибов *Fusarium* spp. на корнях кукурузы был представлен следующими видами: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichioides* Sherb, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, корни, видовой состав, распространенность, частота встречаемости, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp.

Введение. Кукуруза – одна из важных и урожайных зерновых культур в мире [10, 15]. Посевная площадь кукурузы, возделываемой на зерно, в республике в последние годы достигала 221 тыс. га с урожайностью 65,2 ц/га, а валовый сбор составил 1138 тонн зерна [17].

В настоящее время отмечается ухудшение фитопатологической обстановки в посевах культуры из-за увеличения посевных площадей, выращивания кукурузы в монокультуре, отсутствия устойчивых гибридов, изменения климата, внедрения агротехнических приемов с минимальной обработкой почвы, способствующих накоплению и сохранению инфекции, что приводит к увеличению распространенности болезней.

В результате многолетних исследований установлено, что среди микромицетов, встречающихся на кукурузе, первостепенное место принадлежит грибам рода *Fusarium*, которые паразитируют на вегетативных и генеративных частях культуры, вызывая различные заболевания: плесневение семян, поражение проростков, корневую и стеблевую гнили, фузариоз початков [6]. Так, в условиях Республики Беларусь максимальная распространенность фузариоза початков в 2012 г. на гибридах кукурузы всех групп спелости достигала 100 % на ГСХУ

«Мозырская СС». В посевах ГСХУ «Кобринская СС» максимальная пораженность среднеспелых гибридов фузариозом початков составила 76,0 %. Посевной материал кукурузы ежегодно инфицирован грибами рода *Fusarium* от 11,3 до 53,4 % (2013–2016 гг.), пораженность проростков грибами *Fusarium* spp. в полевых условиях достигала 70,5 % [13]. Немаловажное значение играет скрытая форма заражения семян, которая способствует последующему развитию болезни на всходах [5]. Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести до 35,0–40,1 %, а по некоторым данным – до 81,0 %, или полную гибель ослабленных проростков [1, 7, 21].

Плесневение семян, гниль проростков и корневую гниль вызывают преимущественно грибы *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. culmorum* и др. [6, 8], а также *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. [7, 18, 19].

Согласно литературным данным, основным возбудителем фузариоза кукурузы является гриб *F. verticillioides*. Это один из наиболее распространенных видов, поражающих корни, стебли и початки кукурузы в большинстве регионов ее возделывания [6].

Ранее с помощью микологического исследования початков кукурузы в Республике Беларусь нами было установлено, что доминирующими в структуре патогенов на зернах являются грибы рода *Fusarium* – *F. verticillioides*, *F. graminearum* и *F. oxysporum* [12].

Поскольку семена являются одним из источников инфекции болезней проростков и корней кукурузы, а по некоторым литературным данным [6], грибы рода *Fusarium* могут перемещаться по растению диффузно и заражать другие органы растений, возник интерес изучения видового состава грибов, встречающихся в конце вегетации на корневой системе культуры.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Сбор растений кукурузы осуществляли в период проведения маршрутных обследований посевов культуры в 2013–2016 гг. на Государственных сортоиспытательных станциях (ГСС) и участках (ГСУ) республики, а также на опытном поле в стадии восковой – полной спелости зерна (ст. 85–89) по шкале ВВСН.

Метеорологические данные для характеристики вегетационных периодов в республике в годы исследований представлены в таблице 1.

Выделение возбудителей из корневой системы кукурузы проводили следующим образом: фрагменты частей корней подвергали поверхностной стерилизации путем погружения в 70 %-й спирт с последующей 2-х кратной промывкой в стерильной дистиллированной воде. После этого части растений при помощи пинцета выкладывали на фильтровальную бумагу с целью удаления избытка влаги. Про-

сушенными таким образом фрагменты раскладывали на поверхность агаризованной питательной среды в чашки Петри на расстоянии 1 см друг от друга. Затем чашки инкубировали в термостате при температуре 20,0–24,0 °С. Учет проводили на 7-е сутки. Выросшие колонии пересевали в пробирки со скошенной средой для последующего определения их видовой принадлежности [3, 11]. Определение видов осуществляли путем микроскопирования изолятов. Видовую идентификацию грибов рода *Fusarium* проводили с использованием определителя W. Gerlach и H. Nirenberg [20]. Частоту встречаемости (%) рассчитывали как отношение количества изолятов вида к общему количеству выросших грибов.

Таблица 1 – Метеорологические данные вегетационных периодов (май–сентябрь)

Средняя температура воздуха, °С					Количество осадков				
много- лет- няя норма	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	много- летняя норма, мм	% от нормы			
						2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<i>РУП «Институт защиты растений», Минская обл. (метеостанция аг. Прилуки)</i>									
14,9	16,4	15,7	16,0	16,1	374	112,3	125,2	76,2	75,2
<i>ГСХУ «Кобринская СС», Брестская обл. (метеостанция г. Брест)</i>									
15,9	17,4	18,0	17,9	17,7	338	105,5	101,0	80,5	85,9
<i>ГСХУ «Мозырская СС», Гомельская обл. (метеостанция г. Мозырь)</i>									
16,0	17,9	18,7	18,5	18,1	361	69,4	100,1	49,8	70,8
<i>Щучинский ГСУ, Гродненская обл. (метеостанция г. Лида)</i>									
15,0	17,0	16,2	16,3	16,7	358	90,0	99,7	73,0	92,8
<i>ГСХУ «Несвижская СС», Минская обл. (метеостанция г. Столбцы)</i>									
14,9	16,7	16,5	16,5	16,9	343	99,7	132,2	99,4	102,2

Результаты исследований и их обсуждение. В результате микологического анализа проб кукурузы установлено, что в условиях опытного поля на корневой системе культуры основными грибами являются представители рода *Fusarium*, частота встречаемости которых за годы исследований составила 40,0–61,4 % (рисунок).

Анализ погодных условий от посева до периода учета (май–сентябрь) показал, что доля фузариозных грибов была высокой как в годы с дефицитом осадков (ниже средней многолетней нормы), так и в годы с избыточным увлажнением (выше нормы) (таблица 1). При этом средняя температура воздуха была выше или в пределах средней многолетней нормы.

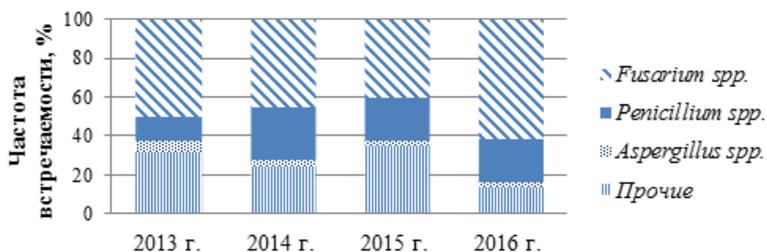


Рисунок – Структура грибов, колонизирующих корневую систему кукурузы (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты, ст. 85)

Мониторинг видового разнообразия возбудителей болезней корневой системы позволил установить, что грибы рода *Fusarium* были представлены 7 видами: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium* на корнях кукурузы (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты, ст. 85)

Вид	Частота встречаемости грибов рода <i>Fusarium</i> (%)			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<i>F. verticillioides</i>	51,0	42,0	38,0	31,5
<i>F. oxysporum</i>	12,7	13,0	21,6	27,8
<i>F. equiseti</i>	11,0	14,0	10,0	9,3
<i>F. graminearum</i>	9,3	15,0	6,4	7,4
<i>F. sporotrichioides</i>	5,0	8,0	4,0	0,0
<i>F. avenaceum</i>	0,0	1,5	0,0	0,0
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>Fusarium spp.*</i>	11,0	6,5	20,0	22,2

Примечание – «*» – виды не идентифицированы.

Согласно литературным данным гриб *F. verticillioides* – термофильный, доля его встречаемости возрастает при более высоких температурах и дефиците влаги, но в то же время большое количество микроконидий гриба способствует его широкой экологической пластичности [5, 16]. По результатам наших исследований данный вид доминировал (31,5–51,0 %) во всех вегетационных сезонах независимо от количества выпавших осадков.

Так, в 2013 г. доля гриба *F. verticillioides* составила 51,0 % при количестве выпавших осадков 420 мм (112,3 % от средней многолетней нормы), в 2014 г. – 42,0 % (125,2 % от нормы), в 2015–2016 гг. частота встречаемости данного вида уменьшилась до 31,5–38,0 % несмотря на дефицит

осадков (75,2–76,2 % от нормы). Также выявлено, что при температуре воздуха 15,7–16,4 °С наблюдается доминирование данного гриба.

Согласно нашим исследованиям в отдельные годы наблюдался рост встречаемости гриба *F. oxysporum* в патогенном комплексе на корневой системе кукурузы, что может быть обусловлено преобладанием суглинистых почв, в которых любит развиваться гриб [4, 14]. Также имеются литературные данные о том, что гриб *F. oxysporum* предпочитает засушливые условия, долго сохраняется на растительных остатках и в почве в виде хламидоспор [2, 9]. Так, в годы с количеством выпавших осадков ниже нормы (2015 и 2016) доля данного гриба возросла до 21,6–27,8 %. В отдельные годы с низкой частотой встречаемости отмечались грибы *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum* и *F. culmorum*.

В целом, по республике (кроме ГСХУ «Несвижская СС») в 2015 г. наблюдался дефицит осадков (49,8–80,5 % от нормы) и повышенный температурный фон. Основными видами из комплекса грибов рода *Fusarium*, встречающимися на корнях кукурузы, являлись грибы *F. verticillioides* и *F. oxysporum*, доля которых составила 15,2–26,9 и 6,5–24,4 %, соответственно (таблица 3). Максимальные показатели распространения видов *F. verticillioides* (26,9 %) и *F. oxysporum* (24,4 %) отмечены в посевах ГСХУ «Кобринская СС».

Таблица 3 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium* на корнях кукурузы (лабораторные опыты, ГСХУ и ГСУ, ст. 85–89)

Вид	Частота встречаемости грибов рода <i>Fusarium</i> (%) / ГСХУ СС / ГСУ			
	Мозырская	Кобринская	Щучинский	Несвижская
2015 г.				
<i>F. verticillioides</i>	15,2	26,9	25,3	25,5
<i>F. oxysporum</i>	13,9	24,4	23,0	6,5
<i>F. graminearum</i>	3,8	11,5	2,3	10,6
<i>F. equiseti</i>	1,3	11,5	0,0	6,4
<i>F. culmorum</i>	0,0	7,7	0,0	0,0
<i>Fusarium</i> spp.	65,8	18,0	49,4	51,0
2016 г.				
<i>F. verticillioides</i>	32,0	43,5	28,0	36,6
<i>F. oxysporum</i>	14,0	9,4	10,0	6,1
<i>F. equiseti</i>	15,0	13,2	3,0	13,4
<i>F. graminearum</i>	7,1	9,4	5,0	8,5
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	3,7
<i>Fusarium</i> spp.*	31,0	24,5	12,0	31,7

Примечание – «*» – виды не идентифицированы.

Встречаемость гриба *F. graminearum* не превышала 2,3–11,5 %. Среди всех видов рода *Fusarium*, наименьшая частота встречаемости (1,3 %) была у гриба *F. equiseti* (ГСХУ «Мозырская СС»).

В условиях недостаточного увлажнения 2016 г. первостепенное место среди патогенных грибов рода *Fusarium* на корневой системе кукурузы также принадлежало грибу *F. verticillioides* с максимальной частотой встречаемости в посевах ГСХУ «Кобринская СС» (43,5 %). Встречаемость грибов *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. culmorum* и *F. graminearum* на корневой системе культуры варьировала от 0,0 до 15,0 %.

Заключение. Таким образом, определено, что грибы рода *Fusarium* являются доминирующими (до 61,4 %) на корнях кукурузы, вызывая их поражение. Микологические исследования позволили установить, что в условиях республики основу патогенного комплекса составляют грибы *F. verticillioides* (15,2–51,0 %) и *F. oxysporum* (6,1–27,8 %). Рост встречаемости вида *F. verticillioides* среди возбудителей *Fusarium* spp. на корнях обусловлен, на наш взгляд, большей экологической пластичностью данного гриба.

Список литературы

1. Буга, С. Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Т. Н. Жердецкая. – Минск: Ин-т защиты растений, 2012. – 54 с.
2. Гагкаева, Т. Ю. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – Прил. к № 5: ВИЗР. – С. 70–112.
3. Грисенко, Г. В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г. В. Грисенко, Е. Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 57 с.
4. Данилоторская, А. А. Экологические факторы (повышенная температура и влажность), увеличивающие присутствие потенциально патогенных грибов в почвах умеренных широт / А. А. Данилоторская, О. Е. Марфенина // Современная микология в России : материалы III Междунар. микологического форума, Москва, 14-15 апр. 2015 г. / Нац. акад. микологии ; редкол.: Ю. Т. Дьяков (гл. ред.) [и др.]. – М., 2015. – Т. 4. – С. 179–181.
5. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы фузариозной этиологии: основные причины и следствия (обзор) / В. Г. Иващенко // Вестн. защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 3–19.
6. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – СПб.- Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
7. Иващенко, В. Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22–30.
8. Идентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навчальний посібник) / В. В. Кириченко [и др.]. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. – 137 с.
9. Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль озимых зерновых культур в Беларуси / Н. А. Крупенько [и др.] // Вестник защиты растений. – 2021. – № 104 (2). – С. 124–127.
10. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: DLV АГРОДЕЛО, 2009. – 390 с.
11. Методы идентификации фитопатогенных грибов: метод указания для науч.-исслед. работы студ. / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева; подгот. Ю. М. Стройков [и др.]. – М., 1984. – 32 с.
12. Свидуневич, Н. Л. Видовой состав грибов, паразитирующих на початках кукурузы в условиях Республики Беларусь / Н. Л. Свидуневич // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трешко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 151–157.

13. Свидуневич, Н. Л. Пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней и фузариозом початков / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2014. – Т. 24: Агрономия. – С. 211–217.

14. Склименок, Н. А. Видовой состав грибов, паразитирующих на корневой системе озимой пшеницы / Н. А. Склименок // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трешашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 39. – С. 108–115.

15. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

16. Соченко, Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е. Ф. Соченко; Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Краснодар, 2004. – 22 с.

17. Республика Беларусь: статистический ежегодник / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с.

18. Characterization of Pythium spp. associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // Plant Disease. – 2007. – Vol. 91, № 6. – P. 727–735.

19. Evaluation of Fusarium graminearum associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // Plant Disease. – 2007. – Vol. 91, № 9. – P. 1155–1160.

20. Gerlach, W. The genus Fusarium – a pictorial atlas / W. Gerlach, H. I. Nirenberg // Mitt. Biol. Bundesants Land-Forstw. – Berlin-Dahlem, 1982. – Vol. 209. – 406 p.

21. Thomas, M. D. Incidence and persistence of *Fusarium moniliforme* in symptomless maize kernels and seedlings in Nigeria / M. D. Thomas, I. W. Buddenhagen // Mycologia. – 1980. – Vol. 72, № 5. – P. 882–887.

N.L. Svidunovich

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

SPECIFIC COMPOSITION OF FUNGI PARASITING ON CORN ROOT SYSTEM UNDER CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The researches on studying the specific fungi composition parasitizing on corn root system under conditions of the Republic of Belarus have been carried out. In the structure of fungi genus *Fusarium* Link the prevalence the fungus *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, *F. oxysporum* Schltdl. is determined the frequency of their prevalence has reached 51,0 and 27,8 %, accordingly. The pathogenic complex *Fusarium* spp. on corn roots was presented by the following species: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichioides* Sherb, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

Key words: corn, hybrid, roots, specific composition, prevalence, frequency of occurrence, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.

Н.В. Степанова, С.Р. Чуйко

РУП «Институт льна», аг. Устье, Оршанский район

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДНОЙ БИОТЫ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА, ПОЛУЧЕННЫХ В ОСНОВНЫХ ЗОНАХ ЛЬНОСЕЯНИЯ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 10.04.2023

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

Аннотация. В работе изложен анализ семенного материала льна-долгунца урожаяв 2018–2020 гг. девяти льносеющих хозяйств, относящихся к трем агро-климатическим зонам Беларуси. Установлена сильная прямая корреляционная зависимость развития микозов и бактериоза семян льна от суммы осадков за период вегетации ($r = 0,93$ и $0,70$) и зараженности растений болезнями к уборке ($r = 0,91$ и $0,71$ соответственно). На лабораторную всхожесть семян сильное обратное влияние оказывали бактериоз семян ($r = -0,74$), среднее – септориоз растений к уборке ($r = -0,58$) и осадки во второй половине вегетации ($r = -0,60$). Средние показатели гидротермических факторов зон льносеяния не определяли общую тенденцию развития вредной биоты семян.

Ключевые слова: лен-долгунец, семена, зараженность, зоны льносеяния.

Введение. Качественные семена обеспечивают получение здоровых всходов с высоким стартовым ритмом ростовых процессов, оптимальную густоту стеблестоя и мономорфный высокопродуктивный ценоз сельскохозяйственных культур. Только при использовании для посева кондиционных семян может быть реализован биологический потенциал сорта, т. к. семя является носителем биологических и хозяйственных свойств будущего растения.

С семенами передаются около 60 % фитопатогенов грибной и бактериальной природы, создавая критические условия для прорастания семян и развития их всходов [1]. Зараженность семян микроорганизмами является одной из важнейших причин ухудшения их посевных качеств (всхожести, посевной годности, силы роста), нарушения нормального течения биохимических процессов, а также возникновения болезней на вегетирующих растениях. Посев зараженными семенами ведет к изреживанию ценоза, возникновению очагов болезней, задержке в росте или гибели всходов, а в итоге к снижению количества и качества продукции. На зараженность семян влияют погодные условия периода вегетации, сроки и качественное проведение уборочных мероприятий, своевременное досушивание и правильное хранение семян.

В связи со смещением границы центральной агроклиматической области с юга на север Беларуси практически на сто километров и выделением новой IV-й зоны [2] по современной классификации сегодня практически все посевные площади льна-долгунца расположены во II-й (центральной) и III-й (южной) агроклиматических зонах страны. В настоящее время на долю льнозаводов Минской и Могилевской областей приходится в среднем 17–21 % от общей площади льна (II–III агроклиматические зоны); Брестской и Гомельской областей – 9–12 % (III агроклиматическая зона) [3]. Основная посевная площадь льна-долгунца сосредоточена в Витебской области Беларуси (II агроклиматическая зона) – 27–29 %, где получение семян с высокими посевными свойствами, соответствующих ГОСТу по зараженности, на практике не всегда возможно. В ходе выполнения мониторинга посевов льна-долгунца льносеющих организаций льноводческого подкомплекса страны необходимо было проверить научную гипотезу о возможности получения семенного материала с минимальной зараженностью патогенами при возделывании культуры в условиях южных регионов страны. Анализируя семенной материал, полученный в ряде хозяйств, расположенных по всей территории Беларуси, за один год исследований можно получить результаты формирования вредной биоты семян при разных погодных условиях выращивания льна, а материал наблюдений за несколько лет позволит определить роль агрометеорологических факторов в получении здоровых семян с меньшей затратой времени.

Цель работы заключалась в изучении патогенного комплекса возбудителей болезней семян льна-долгунца при возделывании его в разных агроклиматических зонах Беларуси.

Материалы и методика проведения исследований. Объектом исследования являлись семена льна-долгунца, отобранные в льносеющих хозяйствах по агроклиматическим зонам возделывания: 1-я (северная) зона – ОАО «Верхнедвинский льнозавод»; 2-я (центральная) зона – ОАО «Дубровенский льнозавод», ОАО «Кореличи-лен», ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод»; 3-я (южная) зона – ОАО «Слуцкий льнозавод», ОАО «Пружанский льнозавод», КУП «Кормалён», Филиал «Уваровичский льнозавод». В каждом хозяйстве выбирали 4–5 стационарных участка для определения взаимосвязи между зараженностью растений к уборке и полученными семенами с учетом гидротермических факторов зоны льносеяния (суммы температур и осадков в период вегетации льна). Для изучения патогенного комплекса возбудителей болезней семян анализируемые пробы внутри каждого хозяйства формировались по сортам, репродукциям и с учетом характеристик полей по льнопригодности. Сортная структура включала сорта отечественной (Лада, Мара, Алей, Василек, Ива, Малахит, Грант, Ритм) и зарубежной селекции (Ализе, Арамис, Лизетта).

Посевные качества семян определяли согласно СТБ 1123-98 [4]; зараженность семян болезнями – ГОСТ 12044-93 [5]. Для определения зараженности семян применяли методы влажных камер и на питательных средах (картофельном подкисленном агаре). Диагностика и степень поражения растений болезнями устанавливались согласно практическим руководствам по фитосанитарному контролю посевов льна-долгунца [6, 7, 8]. Экспериментальный материал обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение. В среднем за 2018–2020 гг. исследований зараженность семян льна-долгунца по зонам льносеяния находилась в пределах 15–24 % и была представлена микозной и бактериальной инфекциями, составляющими 11–19 и 4–6 % соответственно (рисунок 1). Патогенный комплекс семян представлен преимущественно микромицетами родов *Ozonium*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor* и *Rhizopus*, а также бактериями родов *Bacillus*, *Erwinia* и др.

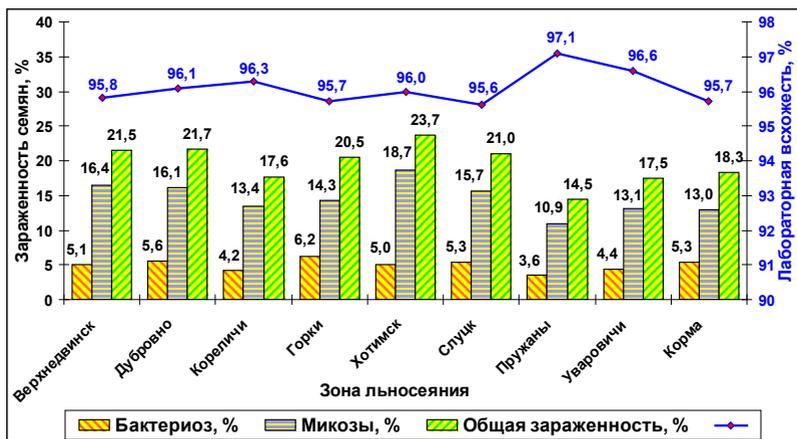


Рисунок 1 – Фитосанитарный анализ семян льна-долгунца по основным зонам льносеяния Беларуси при определении методом влажных камер, 2018–2020 гг.

Самой распространенной болезнью семян льна является крапчатость (кровообразно-крапчатый озонизм) – возбудитель *Fungus sterilis* (*Ozonium Vinogradovi*) (отдел *Basidiomycota*, класс *Agaricomycetes*, семейство *Psathyrellaceae*). На проростках, корешках, семядольных листочках и подсемядольном колене крапчатость проявляется в виде кирпично-красной точечной пятнистости, а на стеблях всходов – в виде штрихов идентичной окраски. При сильном поражении семян

образуется сплошной кирпичный узор на проростках, вокруг которых начинает развиваться грязно-белый паутинистый рыхлый мицелий, что приводит к их гибели. При слабом поражении семян проростки дают всходы с крапчатыми семядолями.

По результатам фитопатологической экспертизы семян льна-долгунца урожая 2018–2020 гг., отобранных в льносеющих хозяйствах основных зон льносеяния страны, при общей зараженности посевного материала в пределах 15–24 % проявление крапчатости составляло 10–17 %. Максимальная зараженность семян болезнью (15–17 %) отмечалась в льносеющих хозяйствах центральной агроклиматической зоны ОАО «Хотимский льнозавод», ОАО «Дубровенский льнозавод»; наименьшая (10–12 %) – в ОАО «Пружанский льнозавод», Филиале «Уваровичский льнозавод» южной и в ОАО «Кореличи-лен» центральной зонах. *Fungus sterilis* (*Ozonium Vinogradovi*) является доминантным патогеном на семенах льна-долгунца, следовательно, с высокой долей вероятности ($R^2 = 0,70$) можно утверждать, что общую зараженность посевного материала определяет развитие крапчатости семян (рисунок 2).

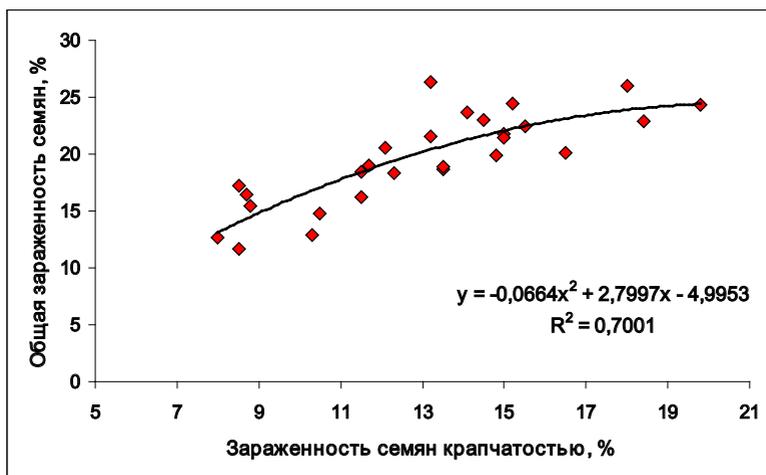


Рисунок 2 – Влияние *Fungus sterilis* (*Ozonium Vinogradovi*) на общую зараженность семян льна-долгунца, 2018–2020 гг.

Инфекция антракноза (коллетотрихоза) на полученных семенах урожая 2018–2020 гг. при определении методом влажных камер отмечалась на депрессивном уровне до 2 % и не вызывала гибель проростков, т. к. гифы возбудителя болезни – *Colletotrichum lini* Manus et Bolley (отдел *Ascomycota*, класс *Sordariomycetes*, семейство *Nectriaceae*) проникали в семена после образования пигментного слоя и грибница распола-

галась только в верхнем ослизняющемся слое оболочки семян. Но из оболочек она распространяется на молодой росток и поражает корневую шейку или семядоли. Если гифы возбудителя проникают в семена до образования пигментного слоя, они поражают зародыш, вызывая его гибель. Если при анализе зараженности во влажной камере семена урожая 2018 г. показали невысокое развитие антракноза – до 2 % по льносеющим хозяйствам, то анализ на питательной среде установил повышение развития данной инфекции до 3–8 %.

Возбудители фузариоза семян льна – *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard & Crous, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium culmorum* f. 1 Wollenw. (отдел *Ascomycota fungi*, класс *Hypocreaceae*, семейство *Nectriaceae*) – являются причиной не всхожести семян или сухого загнивания всходов. При поражении семян гифы грибницы проникают в семенную оболочку и сохраняются там до момента прорастания, затем активизируются и заражают всходы. В виду слабого проявления фузариоза в посевах льна-долгунца (1–3 %) поражение анализируемых семян урожаев 2018–2020 гг. *Fusarium* spp. при определении методом влажных камер не установлено. Бессимптомное наличие внутри семян возбудителя было отмечено при анализе семян на питательной среде, где зараженность их составила 1,5–3,0 %.

Сапрофитные грибы развиваются на невыполненных, поврежденных, недосушенных семенах, при наличии на их поверхности органических остатков, вызывая плесневение и вторичные гнили семян и проростков. Среди сапрофитов на семенах льна-долгунца наиболее часто встречаются представители родов *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., образующие плесень черной окраски; *Mucor* spp., *Rhizopus* spp. – серой; *Penicillium* spp. – зеленой; *Trichothecium* spp. – розовой окраски. Гибель семян в отобранных пробах от сапрофитной инфекции в среднем за 2018–2020 гг. не превышала 1 %.

Помимо микозной инфекции семена льна ежегодно поражаются бактериозом, возбудителями которого могут являться бактерии рода *Bacillus* (*Glostridium*) *macerans* Schard. (отдел *Firmicutes*, класс *Bacilli*, семейство *Paenibacillaceae*), *Bacillus subtilis* (семейство *Bacillaceae*), *Erwinia herbicola* (*Pantoea agglomerans*) (отдел *Proteobacteria*, класс *Gammaproteobacteria*, семейство *Enterobacteriaceae*) [9]. В качестве возбудителей бактериоза могут выступать изоляты бактериальной микрофлоры, выделенные в 2020 г. ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» из смывов с поверхности и гомогенизированных семян льна-долгунца: 2-15 *Erwinia persicina*; 4-220 *Pantoea agglomerans*; 2-4 *Bacillus subtilis*; 2-1 *Lelliottia amnigena*; 2-3 *Bacillus pumilus* [10]. Возбудители бактериоза широко распространены в природе и постоянно сопутствуют льну. Паразитический образ жизни они начинают при

определенных условиях: недостатке органического питания в почве, переизвесткованности и высокой уплотненности почвы, недостатке влаги при высоких температурах. Проявление бактериоза на проростках (семядолях, корешках) отмечается в виде стекловидных бурых пятен, ткани ослизняются, буреют и загнивают; на семядолях с краев или посередине образуются различных размеров язвы с темно-красной каймой. Для корней характерны уродливость, утолщение, окрашивание кончика в темно-красный цвет, отмирание, ложное прорастание (прорастание семядолей без корня); на не проросших семенах образуется слизь, возникает гниение и размягчение семени.

В среднем за три года исследований проявление бактериального поражения семян льна-долгунца отмечалось во всех отобранных образцах посевного материала в пределах 4–6 %, изменяясь по годам от 2 до 9 %. Гибель семян от их расслизнения варьировала в пределах 1,5–2,4 %, ложного прорастания – 0,7–1,8 %. Проявление бактериоза на проростках в виде отмирания кончика корня, происходящего вследствие поражения его проводящих пучков, установлено в пределах: слизистое – 0,3–0,8 %, сухое – 1,0–1,9 %.

На инфицированность семян оказывали влияние погодные условия периода вегетации льна-долгунца. Обследование девяти льносеющих организаций за период 2019–2020 гг. свидетельствует, что средние показатели гидротермических факторов агроклиматических зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты семян и растений льна. Для получения семян с минимальной зараженностью значимым показателем при погрешности 0,01 является сумма осадков за период вегетации ($r = 0,94$) и в июле ($r = 0,70$), при погрешности 0,05 – в июне месяце ($r = 0,60$) и сумма температур в июле ($r = -0,59$) (таблица). С увеличением количества осадков за период вегетации повышается зараженность полученных семян льна-долгунца микозами ($r = 0,93$) и бактериозом ($r = 0,70$).

Корреляционным анализом установлена сильная зависимость зараженности семян от общей зараженности болезнями растений к уборке ($r = 0,95$), в т. ч. антракнозом и септориозом ($r = 0,92$ и $0,91$ соответственно). Определена сильная прямая корреляционная зависимость между развитием микозов семян и пораженностью растений антракнозом ($r = 0,95$) и септориозом ($r = 0,85$); а также между бактериозом семян и септориозом растений ($r = 0,74$). Общая зараженность семян в сильной степени зависит от развития крапчатости ($r = 0,99$) и в средней – от бактериоза семян ($r = 0,66$).

На лабораторную всхожесть семян сильное отрицательное влияние при погрешности 0,01 оказывает развитие бактериоза семян ($r = -0,74$) и среднее при погрешности 0,05 – сумма осадков за июль и период вегетации льна ($r = -0,60$ и $-0,51$ соответственно), а также зараженность растений к уборке, в т. ч. септориозом ($r = -0,54$ и $-0,58$ соответственно).

Таблица - Коэффициенты корреляции (r) между гидротермическими факторами вегетации, зараженностью растений и полученных семян льна-долгунца, 2019-2020 гг.

Факторы влияния	Показатели качества семян			
	лабораторная всхожесть, %	общая зараженность, %	в том числе:	
			микозы	бактериоз
Сумма температур за период вегетации, °С	0,25	-0,49	-0,50 *	-0,24
в т. ч. за май	0,05	-0,16	-0,22	0,15
за июнь	0,16	-0,47	-0,51*	-0,14
за июль	0,37	-0,59*	-0,58*	-0,41
Сумма осадков за период вегетации, мм	-0,51 *	0,94 **	0,93 **	0,70 *
в т. ч. за май	0,43	0,23	0,31	-0,17
за июнь	-0,35	0,60 *	0,58 *	0,40
за июль	-0,60 *	0,70 **	0,63 *	0,62 *
Зараженность растений к уборке общая, %	-0,54*	0,95 **	0,91**	0,71 **
в т. ч. антракнозом	-0,20	0,92 **	0,95**	0,40
фузариозом	-0,48	0,38	0,35	0,33
септориозом	-0,58 *	0,91 **	0,85**	0,74 **
Зараженность семян общая, %	-0,42	1	0,98 **	0,66 **
в т. ч. крапчатостью	-0,33	0,99 **	0,99 **	0,54 *
бактериозом	-0,74 **	0,66 **	0,49	1

Примечание: * - значимо при $F \geq 0,05$; ** - значимо при $F \geq 0,01$.

Вывод. Анализ семенного материала льна-долгунца урожая 2018-2020 гг. девяти льносеющих хозяйств, относящихся к трем агроклиматическим зонам, установил в качестве доминантного патогена семенной инфекции льна-долгунца *Fungus sterilis (Ozonium Vinogradovi)*, вызывающий крапчатость семян (кровообразно-крапчатый озонизм) и определяющий общую зараженность посевного материала ($R^2 = 0,70$, $r = 0,99$). Развитие антракноза и сапрофитной инфекции находилось на депрессивном уровне и не превышало за анализируемый период 2 %. Пораженность семян бактериозом ежегодно варьирует от 2 до 9 %.

Средние показатели гидротермических факторов зон не определяли общую тенденцию развития вредной биоты семян. Установлена сильная корреляционная зависимость зараженности семян льна-долгунца от суммы осадков за июль ($r = 0,70$) и период вегетации льна ($r = 0,94$), а также от общей зараженности растений болезнями к уборке ($r = 0,95$), в т. ч. антракнозом ($r = 0,92$) и септориозом ($r = 0,91$). Выявлена положительная достоверная корреляция между развитием микозов семян и пораженностью растений антракнозом и септориозом ($r = 0,95$ и $0,85$ соответственно), а также между развитием бактериоза семян и септориозом растений ($r = 0,74$). На лабораторную всхожесть семян сильное обратное влияние оказывало развитие бактериоза семян ($r = -0,74$),

среднее – септориоза растений к уборке ($r = -0,58$) и осадки во второй половине вегетации ($r = -0,60$).

Список литературы

1. Факторы, определяющие качество семян льна в Курганской области / Е. Ю. Торопова [и др.] // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 12 (122). – С. 15–19.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата (в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь): выполнение работ по проекту CEEF2016-071-BL / В. Мельник [и др.]. – Минск – Женева : [б. и.], 2017. – 84 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: [б. и.], 2021. – 178 с.
4. Семена зернобобовых, масличных и технических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1123-98. – Введ. 30.10.1998. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 11 с.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями : ГОСТ 12044-93. – Введ. 21.10.1993. – Минск: Междунар. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993. – 55 с.
6. Зезюлина, Г. А. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
7. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / В. А. Шкаликов [и др.]; под ред. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2004. – 208 с.
8. Саскевич, П. А. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца. Практическое руководство / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.
9. Лазарев, А. М. Диагностика бактериоза льна / А. М. Лазарев; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений, Инновац. Центр защиты растений. – СПб: ГНУ ВИЗР, 2011 г. – 64 с.
10. Получение посевного материала льна-долгунца с минимальной инфицированностью в зависимости от свойств почв и зоны возделывания (рекомендации) / В. А. Прудников [и др.] – Устье: РУП «Институт льна», 2021. – 34 с.

N.V. Stepanova, S.R. Chuiko

RUE «Institute of flax», ag. Ustye, Orsha region

DETERMINATION OF HARMFUL BIOTA OF FIBER FLAX SEEDS OBTAINED IN THE MAIN FLAX-SOWING ZONES OF BELARUS

Annotation. The paper presents an analysis of the seed material of fiber flax harvested in 2018-2020 from nine flax-growing farms belonging to three agro-climatic zones of Belarus. A strong direct correlation between the development of fungal infections and bacteriosis of flax seeds and the amount of precipitation during the growing season ($r = 0,93$ and $0,70$) and infection of plants with diseases by harvest ($r = 0,91$ and $0,71$ respectively) was established. The laboratory germination of seeds had a strong reverse effect of bacteriosis of seeds ($r = -0,74$), the average – septoria of plants before harvesting ($r = -0,58$) and precipitation in the second half of the growing season ($r = -0,60$). The average indicators of hydrothermal factors of the flax-sowing zones did not determine the general trend in the development of harmful seed biota.

Key words: fiber flax, seeds, infestation, flax sowing zones.

В.И. Халаева, И.Г. Волчкевич, А.В. Патракеева
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA*, АССОЦИИРОВАННЫХ С РАСТЕНИЯМИ КАРТОФЕЛЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.05.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Жук Е.И.

Аннотация. Проведенная оценка фитосанитарного состояния посадок картофеля, произраставшего в условиях конкурсного испытания, показала широкую распространенность альтернариоза, достигающую в среднем 40,8 % к фазе развитие соцветий – цветение и 100 % к фазе созревание плодов и семян – отмирание. В производственных условиях на единичных сортах картофеля отмечена 100 % пораженность растений болезнью уже к фазе развитие соцветий – цветение. В период вегетации культуры выявлено варьирование развития альтернариоза на ботве картофеля с сохранением дифференциации сортов картофеля по степени их поражения к фазе отмирание. В условиях сортоиспытательных станций доля сортов с депрессивной степенью поражения вегетативной массы растений в 2021 и 2022 гг. составляла 40,0 и 55,6 %, умеренной – 19,4 и 36,7 % и эпифитотийной – 23,3 и 25,0 % соответственно. Отмечено видовое разнообразие грибов рода *Alternaria* Nees. Частота встречаемости вида *A. alternata* (Fr.) Keissl. составила 44,4–77,8 %, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire – 13,9–70,0 %, *A. solani* Sorauer – 8,3–52,8 %, видов *A. arborescens* E.G. Simmons, *A. avenicola* E.G. Simmons, Kosiak & Kwasna, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. infectoria* E.G. Simmons и *A. longissima* E.G. Simmons, отнесенных к группе *Alternaria* spp. – 16,7–56,6 %.

Ключевые слова: картофель, сорт, фаза развития, альтернариоз, распространенность, развитие, мелкоспоровые виды, крупноспоровые виды, встречаемость.

Введение. В последние годы в посадках картофеля наблюдается рост распространенности альтернариоза, связанный с изменением климата, видового состава патогенов и возделываемых сортов, а также наличием поражаемых культур [5]. Вредоносность болезни обусловлена снижением фотосинтетической поверхности листьев, уменьшением урожая и содержания крахмала, повышением доли нетоварных клубней. У растений картофеля поражаются листья, стебли, черешки и клубни [7]. Потери урожая в годы эпифитотийного развития болезни достигают 40 % [7, 13]. Клубни, пораженные альтернариозом, могут накапливать микотоксины, вызывающие изменение химического состава, что делает их непригодными для переработки [9].

Всего с растениями семейства *Solanaceae* консортивно связаны от 14 до 29 видов грибов рода *Alternaria* [20], различающихся по экологическим свойствам, чувствительности к фунгицидам и другим особенностям, что сказывается на ареалах распространения грибов, на эпифитотииологических характеристиках, вредоносности болезни и эффективности защитных мероприятий [13].

Возбудители альтернариоза условно разделены на 2 группы – крупноспоровые и мелкоспоровые. К так называемым крупноспоровым видам, описанным на картофеле, относят *A. solani* и *A. grandis* E.G. Simmons [20]. К мелкоспоровым видам причислены *A. tenuissima*, *A. arborescens*, *A. alternata*, *A. consortialis* (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes [2, 14, 21].

Чаще других фигурируют данные, согласно которым альтернариоз на картофеле вызывают 2 вида: *A. solani* и *A. alternata* [7, 8, 18], в других источниках добавлен третий вид *A. tenuissima* [2, 7, 20]. При этом основным возбудителем альтернариоза, например, в России считают фитопатогенный вид *A. solani* [4], в Бразилии – *A. grandis* [16], а виды *A. alternata* и *A. tenuissima* относят к слабопатогенным, поражающим ослабленные и поврежденные растения, чаще всего в конце вегетационного периода и нередко вызывающим вторичные инфекции на фоне других заболеваний [7, 12]. Некоторые авторы указывают, что виды *A. alternata* и *A. tenuissima* являются неспециализированными возбудителями болезни [19].

Зачастую исследователи-практики определяют вид возбудителя альтернариоза, оценивая только симптомы болезни. При этом в расчет не берется то обстоятельство, что на листьях картофеля могут также поселяться и другие несовершенные грибы, вызывая схожие внешние признаки проявления [2]. А для эффективной защиты культуры от альтернариоза важно правильно идентифицировать патогенов, поскольку в некоторых случаях при анализе листьев с типичными для альтернариоза симптомами, грибы рода *Alternaria* не были обнаружены, а заражение было вызвано фитопатогенным грибом *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) [1].

Обширные исследования видового состава грибов рода *Alternaria* в России выявили высокую изменчивость возбудителей альтернариоза, позволяющую им быстро приспосабливаться к новым устойчивым сортам растений и фунгицидам, а также показали преобладание в патогенном комплексе мелкоспоровых видов. Ученые связывают это с повсеместным применением манкоцеба, обладающего значительно более высокой эффективностью против *A. solani*, а также с массовым возделыванием сортов, восприимчивых к альтернариозу [6]. Как известно в Республике Беларусь действующее вещество манкоцеб входит

в состав многих двухкомпонентных и однокомпонентных фунгицидов и массово применяется в системе защиты картофеля от болезней. Однако исследований по идентификации видового состава грибов рода *Alternaria*, участвующих в фитопатогенезе растений картофеля, не проводилось более 20 лет.

В связи с чем целью нашей работы являлось изучение распространенности и развития альтернариоза в посадках картофеля с уточнением видового состава грибов рода *Alternaria*.

Методика и условия проведения исследований. Изучение распространенности и развития альтернариоза на сортах картофеля проводили в 2021–2022 гг. путем маршрутных обследований посадок культуры в условиях конкурсного испытания и в хозяйствах республики.

Оценку пораженности посадок картофеля болезнью осуществляли на базе Государственных сельскохозяйственных учреждений сортоиспытательных станций (ГСХУ СС) и государственных сортоиспытательных участков (ГСУ), обследуя массивы однократно в 2021 г. в фазе созревание плодов и семян – отмирание (стадия 89–93: ягоды первого соплодия сморщены, семена сортотипичной окраски – большинство листьев пожелтело), дважды за период вегетации в 2022 г.: в фазе развитие соцветий – цветение (стадия 55–67: цветочные почки первого соцветия достигают длины 5 мм – открыты 70 % цветков первого соцветия) и в фазе отмирание (стадия 91–95: начало пожелтения листьев – 50 % листьев бурого цвета). В хозяйствах республики оценка фитопатологического состояния посадок картофеля проводилась в период вегетации с наступления фазы развития соцветий в разные стадии развития растений по общепринятой методике [10]. Так, в 2021 г. учеты осуществляли в стадиях 55–67 и 85–91 (ягоды первого соплодия приобретают коричневую окраску – начало пожелтения листьев), в 2022 г. – стадии 51–69 (видны первые единичные почки (1–2 мм) первого соцветия на главном побеге – конец цветения первого соцветия).

Распространенность и развитие альтернариоза проводили на фоне проведенных защитных мероприятий от болезней, руководствуясь общепринятыми методиками [10].

Исследования по определению видового состава грибов рода *Alternaria* осуществляли в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений». Экспериментальный материал для анализа был отобран в посадках сортов разных групп спелости при проведении ежегодных обследований и представлял собой образцы листьев с визуальными признаками поражения альтернариозом.

В лабораторных условиях исследуемый материал (по 10 листьев из каждой пробы) отмывали под проточной водой, дезинфицировали

70%-ным этиловым спиртом, промывали дистиллированной водой и помещали во влажную камеру. После появления спороношения осуществляли диагностику патогенов по стандартным в фитопатологии методикам [3, 11] методом микроскопирования и отмечали наличие или отсутствие каждого вида. Дополнительно проводили изоляцию возбудителей в чистую культуру на картофельно-глюкозную агаризованную среду. Чашки инкубировали в термостате при температуре 22–25 °С.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведенных маршрутных обследований агроценозов картофеля в 2021–2022 гг. установлено, что доминирующей болезнью в посадках культуры являлся альтернариоз. Так, в 2021 г. средняя распространенность болезни в стадии 89–93 варьировала от 62,0 (Витебский ГСУ) до 100 % (ГСХУ «Кобринская СС», ГСХУ «Мозырская СС» и ГСХУ «Молодечненская СС») (таблица 1).

Максимальное развитие альтернариоза (100 %) с полным поражением и усыханием вегетирующей части растений на всех изучаемых сортах картофеля отмечено на ГСХУ «Мозырская СС». Эпифитотийное развитие болезни установлено на таких сортах как Манифест из ГСХУ «Кобринская СС» (75,0 %), Скарб (55,0 %) и Гарантия (55,0 %) из ГСХУ «Молодечненская СС». При этом следует отметить, что анализ фитопатологической ситуации проведен на фоне фунгицидной защиты от болезни.

На некоторых сортоиспытательных участках картофеля сортов Манифест, Скарб, Рагнеда и Челленджер был поражен альтернариозом в умеренной степени (30,0–50,0 %), однако в большинстве случаев показатель развития болезни не превышал 20,0 %.

Оценка фитосанитарной ситуации в посадках картофеля, произраставшего в условиях конкурсного сортоиспытания, в период вегетации 2022 г. показала, что на отдельных сортах в стадии 55–67 альтернариоз доминировал на листовом аппарате растений. Следует отметить, что при невысокой средней интенсивности развития болезни на уровне 1,0–10,8 % распространенность по республике составила 6,7 (ГСХУ «Мозырская СС») – 48,0 % (ГСХУ «Горецкая СС») (таблица 2).

При этом пораженность единичных сортов, таких как Манифест и Скарб из ГСХУ «Горецкая СС», а также Челленджер из Гродненского ГСУ достигала 100 %. В целом на этот учетный период на фоне проведенных 2–3-кратных фунгицидных обработок в посадках анализируемых сортов картофеля наблюдалась депрессивная степень развития альтернариоза 1,0–25,0 %.

Таблица 1 – Распространенность (R) и развитие (R) альтернариоза картофеля в условиях сортоиспытательных станций и участков (маршрутные обследования, ст. 89-93, 2021 г.)

Сорт	Гродненский ГСУ		ГСУ «Горецкая СС»		Витебский ГСУ		ГСУ «Кобринская СС»		ГСУ «Молодечненская СС»		ГСУ «Мозырская СС»	
	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %
Манифест	30,0	100	50,0	100	1,6	50,0	75,0	100	35,0	100	100	100
Скарб	15,0	80,0	9,7	90,0	9,1	65,0	40,0	100	55,0	100	100	100
Гарантия	7,0	75,0	1,4	90,0	1,8	60,0	10,0	100	55,0	100	100	100
Рагнеда	5,0	70,0	0,6	85,0	6,3	70,0	35,0	100	20,0	100	100	100
Челленджер	7,0	90,0	4,5	95,0	1,3	47,0	15,0	100	40,0	100	100	100
Сапфир	3,0	30,0	7,7	100	8,8	80,0	25,0	100	35,0	100	100	100
Среднее	11,2±10,1	74,2±24,2	12,3±18,8	93,3±6,1	4,8±3,7	62,0±12,4	33,3±23,4	100±0,0	40,0±13,4	100±0,0	100±0,0	100±0,0
Диапазон значений	3,0-30,0	30,0-100	0,6-50,0	85,0-100	1,3-9,1	47,0-80,0	10,0-75,0	100-100	20,0-55,0	100-100	100-100	100-100

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Таблица 2 – Распространенность (Р) и развитие (R) альтернариоза картофеля в условиях соргонспыгательных станций и участков (маршрутные обследования, 2022 г.)

Сорт	Гродненский ГСУ		ГСХУ «Горещая СС»		Витебский ГСУ		ГСХУ «Кобринская СС»		ГСХУ «Молодечненская СС»		ГСХУ «Мозырская СС»	
	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %
ст.55-67												
Манifest	0,0	0,0	15,0	100	5,0	5,0	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0
Скарб	1,0	35,0	25,0	100	3,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Красавік	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	25,0
Раггела	0,0	0,0	5,0	15,0	10,0	15,0	5,0	40,0	5,0	40,0	2,0	5,0
Челленджер	5,0	100	10,0	25,0	5,0	30,0	5,0	15,0	5,0	15,0	0,0	0,0
Сапфир	0,0	0,0	10,0	15,0	0,0	0,0	7,0	30,0	7,0	3,0	0,0	0,0
Среднее	1,0± 2,0	22,5± 40,5	10,8± 8,6	42,5± 45,2	4,7± 3,3	10,8± 10,7	3,0± 3,0	15,8± 16,3	3,0± 3,0	11,3± 15,3	1,3± 2,0	6,7± 9,8
Диапазон значений	0,0-5,0	0,0-100	0,0-25,0	0,0-100	0,0-10,0	0,0-30,0	0,0-7,0	0,0-40,0	0,0-7,0	0,0-40,0	0,0-5,0	0,0-25,0
ст. 91-95												
Манifest	-	-	70,0	100	45,0	100	90,0	100	20,0	85,0	35,0	100
Скарб	-	-	60,0	100	40,0	95,0	45,0	90,0	70,0	100	20,0	80,0
Красавік	-	-	25,0	90,0	10,0	55,0	85,0	100	60,0	90,0	30,0	85,0
Раггела	-	-	3,0	20,0	35,0	80,0	45,0	80,0	10,0	70,0	50,0	100
Челленджер	-	-	20,0	90,0	15,0	35,0	10,0	45,0	70,0	85,0	7,0	25,0
Сапфир	-	-	15,0	70,0	40,0	100	30,0	80,0	40,0	75,0	20,0	85,0
Среднее	-	-	32,2 ± 26,6	78,3± 30,6	30,8± 14,6	77,5± 27,0	50,8± 31,2	82,5± 20,4	45,0± 25,9	84,2± 10,7	27,0± 14,8	79,2± 27,8
Диапазон значений	-	-	3,0-70,0	20,0-100	10,0-45,0	35,0-100	10,0-90,0	45,0-100	10,0-70,0	70,0-100	7,0-50,0	25,0-100

Примечания – («») учет не проводили. Представлены средние значения ± стандартное отклонение

В дальнейшем при обследовании посадок картофеля к концу периода вегетации в стадии 91–95 отмечено массовое поражение растений картофеля альтернариозом. В среднем по сортам распространенность болезни существенно возросла, варьируя от 77,5 (Витебский ГСУ) до 84,2 % (ГСХУ «Молодечненская СС») при развитии на уровне 27,0 (ГСХУ «Мозырская СС») – 50,8 % (ГСХУ «Кобринская СС»). Максимальная степень поражения альтернариозом отмечена в посадках картофеля из ГСХУ «Молодечненская СС» и ГСХУ «Кобринская СС», составляя в среднем 45,0 и 50,8 % соответственно.

На сортах Манифест (ГСХУ «Горецкая СС» и ГСХУ «Кобринская СС»), Скарб (ГСХУ «Горецкая СС» и ГСХУ «Молодечненская СС»), Красавік (ГСХУ «Кобринская СС» и ГСХУ «Молодечненская СС»), Челленджер (ГСХУ «Молодечненская СС») выявлено эпифитотийное развитие болезни на вегетативной массе растений, достигающее 90,0 %. Депрессивное поражение от 3,0 до 25,0 % отмечено на большинстве сортов в ГСХУ «Горецкая СС».

Несмотря на повсеместную распространенность альтернариоза к концу периода вегетации в посадках картофеля наблюдалась дифференциация сортов по степени поражения растений болезнью. Так, в годы исследований среди проанализированных сортов на данный период учета преобладали образцы с депрессивной степенью поражения альтернариозом – 55,6 и 40,0 % от числа обследованных (рисунок 1).

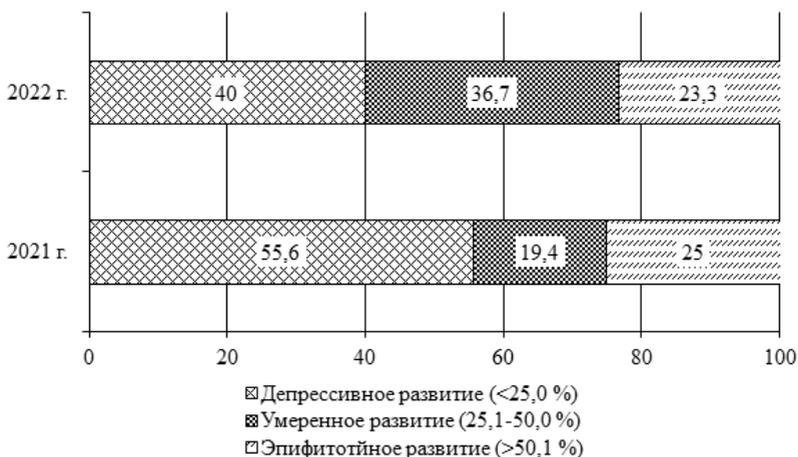


Рисунок 1 – Структура сортов по степени поражения растений картофеля альтернариозом в конце периода вегетации в условиях конкурсного испытания (маршрутное обследование, ст. 89–95)

Следует отметить, что в условиях 2021 г. умеренное развитие болезни фиксировалось реже, охватывая к концу периода вегетации лишь 19,4 % изучаемых сортов против 36,7 % в 2022 г. В то время как эпифитотийная степень поражения альтернариозом в посадках проявлялась ежегодно с одинаковой частотой, наблюдаясь в исследуемые годы у 25,0 и 23,3 % сортов картофеля от числа обследованных.

Проведенный мониторинг фитосанитарной ситуации в производственных массивах возделываемых сортов также свидетельствует о повсеместном поражении растений альтернариозом. Более низкая интенсивность развития болезни отмечена в фазе развитие соцветий – цветение. Так, в 2021 г. при учете в стадии 55–67 преобладала незначительная степень поражения вегетирующих растений, не превышающая 1,8 % (таблица 3).

Однако на единичных сортах наблюдалось более высокое развитие болезни, составляющее 5,0, 10,0 и 20,0 %. Умеренную степень болезни с поражением 35,0 % ботвы отмечали на сорте Винета. В среднем развитие альтернариоза составило 8,5 % при распространенности 35,4 %. В стадии 85–91 чаще фиксировали эпифитотию болезни с развитием 65,0–85,0 % и распространенностью на уровне 100 %.

Аналогичная тенденция развития альтернариоза с преобладанием депрессивной степени поражения ботвы установлена в 2022 г., когда растения находились в стадии 51–69. На вегетативной массе большинства обследованных сортов картофеля развитие болезни колебалось от 1,0 до 15,0 %. При этом встречались посадки без признаков альтернариоза или с поражением растений на уровне 40,0 % (Палац, Першацвет).

Таблица 3 – Распространенность и развитие альтернариоза картофеля в производственных посадках республики (маршрутные обследования)

Сорт	Район	Стадия развития растений по шкале ВВСН	Развитие, %	Распространенность, %
2021 г.				
Бриз	Дзержинский	ст. 55–67	1,0	30,0
Манифест			1,8	45,0
Прада	Барановичский		1,0	2,0
Ред леди			5,0	25,0
Винета			35,0	100
Вега			20,0	50,0
Коннект			1,5	7,0
Скарб			Минский	1,0
Бриз	10,0			55,0
Среднее			8,5±11,8	35,4±31,3

Продолжение таблицы 3

Сорт	Район	Стадия развития растений по шкале ВВСН	Развитие, %	Распространенность, %
Скарб	Кировский	ст. 85–91	85,0	100
Мемфис			65,0	100
Королева Анна			85,0	100
Манифест	Светлогорский		25,0	100
Среднее			65,0±28,3	100±0,0
2022 г.				
Десятка	Молодечненский	ст. 51–69	0,0	0,0
Коломбо			0,0	0,0
Палац			0,0	0,0
Роси			0,0	0,0
Скарб	Витебский		0,0	0,0
Лилли	Кировский		0,0	0,0
Мемфис			0,0	0,0
Челленжер			5,0	30,0
Гала	Кобринский		0,0	0,0
Кроне			1,0	3,0
Бриз	Минский		9,0	87,5
Скарб			1,0	1,0
Королева Анна			7,0	18,2
Лилли			7,0	11,0
Манифест			3,0	25,0
Прада			2,0	15,0
Ред леди			0,0	0,0
Манифест			5,0	15,0
Янка	Мостовский		0,0	0,0
Астерикс	Толочинский	0,1	1,0	
Гала		13,8	36,3	
Десятка		0,0	0,0	
Инноватор		15,0	35,0	
Лад		10,0	25,0	
Мастак		2,5	12,5	
Нара		15,0	60,0	
Палац		40,0	100,0	
Першацвет		40,0	100,0	
Челленжер		1,0	30,0	
Среднее			6,1±10,5	20,9±30,0

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение

В ходе лабораторного анализа растительных проб, собранных в результате маршрутных обследований с пораженных растений кар-

тофеля, на изучаемых сортах отмечено видовое разнообразие грибов рода *Alternaria* и установлена высокая частота их встречаемости. При этом выделены как мелкоспоровые, так и крупноспоровые изоляты *Alternaria* spp.: *A. alternata*, *A. tenuissima* и *A. solani*.

Полученные в 2021 г. результаты свидетельствуют о том, что доминирующим грибом, обнаруженным в большинстве растительных проб из всех обследованных мест, является вид *A. alternata*, встречаемость которого среди анализируемых сортообразцов картофеля составила 77,8 % (таблица 4).

Таблица 4 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Гродненский ГСУ	Манифест	–	–	–	+
	Скарб	–	+	–	+
	Гарантия	+	+	–	–
	Рагнеда	–	–	+	–
	Челленджер	–	–	–	+
ГСХУ «Горецкая СС»	Сапфир	–	–	–	+
	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	–	+	–
	Гарантия	+	–	–	–
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленджер	+	+	–	–
Витебский ГСУ	Сапфир	+	+	–	+
	Манифест	+	–	+	–
	Скарб	–	–	–	–
	Гарантия	–	–	+	+
	Рагнеда	–	+	+	+
	Челленджер	+	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Сапфир	+	+	–	–
	Манифест	+	+	–	–
	Скарб	+	+	–	–
	Гарантия	+	+	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	+	+	–
ГСХУ «Молодечненская СС»	Сапфир	+	+	+	–
	Манифест	+	+	–	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	–	+
	Рагнеда	+	+	+	–
	Челленджер	+	–	–	+
ГСХУ «Молодечненская СС»	Сапфир	+	–	–	+
	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	+	–	–	+
	Гарантия	+	–	–	+
	Рагнеда	+	+	+	–
	Челленджер	+	–	–	+

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria spp.</i>
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	+	+
	Рагнеда	+	+	–	+
	Челленджер	+	+	–	+
	Сапфир	+	–	–	+
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		77,8	52,8	36,1	55,6

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе созревание плодов и семян – отмирание (ст. 89–93)

Следует также отметить, что при высокой распространенности альтернариоза в посадках картофеля ГСХУ «Горечкая СС», ГСХУ «Кобринская СС», ГСХУ «Молодечненская СС» и ГСХУ «Мозырская СС», достигающей в среднем по сортам 93,3–100 % установлено преобладание мелкоспорового вида *A. alternata* с частотой встречаемости 100 % (рисунок 2).

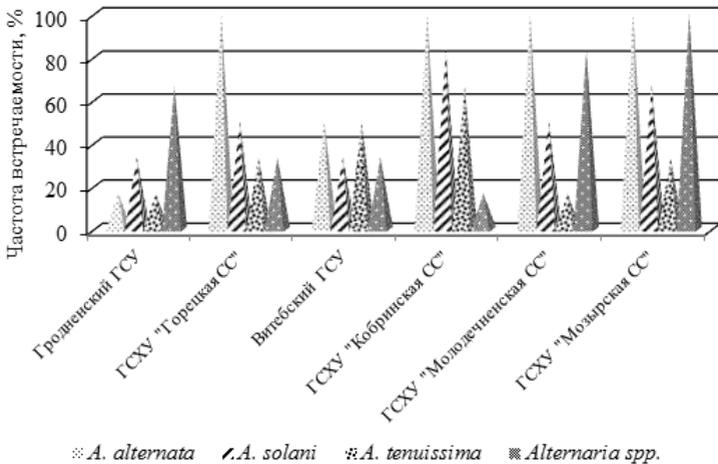


Рисунок 2 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза созревание плодов и семян – отмирание, 2021 г.)

Кроме того, на листьях картофеля в ГСХУ «Горечкая СС» и ГСХУ «Кобринская СС» выявлена высокая встречаемость крупноспорового вида *A. solani*, составляющая 50,0 и 83,3 % соответственно. При этом частота встречаемости данного вида в разрезе всех обследованных сортообразцов картофеля из разных мест достигала 52,8 %.

В литературных данных существуют противоречивые сведения о приоритетной позиции грибов *A. solani* и *A. alternata* в инфекционном процессе. Чаще исследователи констатируют то, что *A. solani* является первичным и основным возбудителем болезни, а *A. alternata* считается слабопатогенным или вторичным сапротрофным видом [14]. Результаты наших исследований свидетельствуют о доминировании *A. alternata* на пораженных листьях картофеля к концу периода вегетации, что возможно связано с физиологическим старением тканей и приурочено к периоду оттока пластических веществ из листьев в клубни.

В последнее время все чаще поражение листьев картофеля ассоциируется с такими видами как *A. arborescens*, *A. arbusti* E.G. Simmons, *A. tenuissima*, *A. infectoria* и т.д. [15, 17]. Подобные изменения также были отмечены нами в ходе проведения лабораторных исследований, выявивших встречаемость вида *A. tenuissima* на уровне 36,1 % от общего количества проанализированных сортообразцов картофеля в 2021 г. При этом на сортах из Витебского ГСУ и ГСХУ «Кобринская СС» данный патоген отмечен с частотой 50,0 и 66,7 % соответственно.

Также на растительном материале картофеля спорадически обнаруживались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola* и *A. brassicae*, отнесенные к группе *Alternaria* spp. и наиболее часто встречаемые на листовом материале сортов из Гродненского ГСУ (66,7 %), ГСХУ «Молодечненская СС» (83,3 %) и ГСХУ «Мозырская СС» (100 %).

Микологический анализ пораженного растительного материала, собранного в период вегетации 2022 г. в фазе развития соцветий – цветение (ст. 55–67) подтвердил доминирование вида *A. alternata* в структуре патогенного комплекса грибов рода *Alternaria*, встречаемость которого в целом среди проанализированного сортимента сортов составила 44,4 % (таблица 5).

Следует отметить, что гриб *A. alternata* являлся наиболее встречаемым, а иногда и единственным патогеном (например, в посадках картофеля из Гродненского ГСУ), обнаруженным в пораженных растительных пробах независимо от их места сбора.

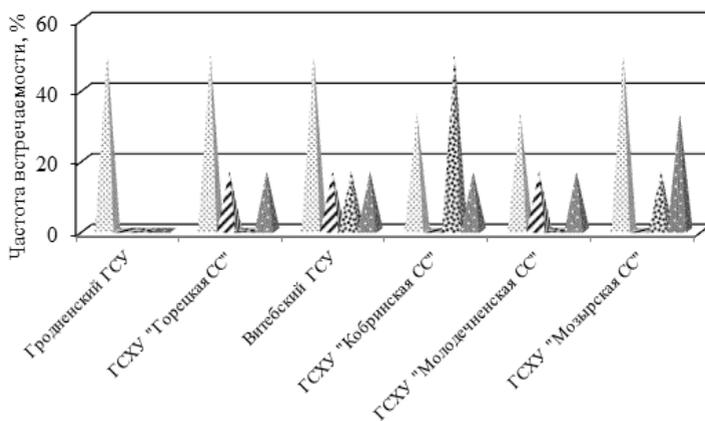
В то же время проведенный лабораторный анализ листьев, собранных в посадках картофеля ГСХУ «Кобринская СС» выявил доминирование гриба *A. tenuissima*, встречаемость которого на обследованных сортах была максимальной и составила 50,0 %. В целом этот мелкоспоровый вид идентифицировался у 13,9 % проанализированных сортообразцов.

Согласно полученным данным второй группой по частоте встречаемости в разрезе изученного сортимента являлась *Alternaria* spp. – 16,7 % с видами *A. arborescens*, *A. avenicola*, *A. brassicae*. Причем в ГСХУ «Мозырская СС» встречаемость данных видов в растительном материале обследованных сортов была значительной и составила 33,3 %.

Таблица 5 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Гродненский ГСУ	Манифест	–	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	+	–	–	–
	Рагнеда	–	–	–	–
	Челленжер	+	–	–	–
	Сапфир	–	–	–	–
ГСХУ «Горечкая СС»	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	–	–	–	–
	Рагнеда	–	+	–	–
	Челленжер	–	–	–	+
	Сапфир	+	–	–	–
Витебский ГСУ	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	–	+	–	–
	Рагнеда	–	–	–	+
	Челленжер	+	–	+	–
	Сапфир	–	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Манифест	+	–	+	–
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	–	–	–	+
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленжер	–	–	+	–
	Сапфир	–	–	+	–
ГСХУ «Молодечненская СС»	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	–	–	–	–
	Рагнеда	–	–	–	+
	Челленжер	–	+	–	–
	Сапфир	+	–	–	–
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	+	–	–	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленжер	–	–	–	–
	Сапфир	–	–	–	–
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		44,4	8,3	13,9	16,7

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе развития соцветий – цветение (ст. 55–67)



⊛ *A. alternata* ⊚ *A. solani* ⊞ *A. tenuissima* ■ *Alternaria spp.*

Рисунок 3 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза развитие соцветий – цветение, 2022 г.)

На изученных сортообразцах картофеля наименьший процент встречаемости (8,3 %) среди грибов рода *Alternaria* характерен для крупноспорового вида *A. solani*. Не обнаружено данного патогена на листьях картофеля из Гродненского ГСУ, ГСХУ «Кобринская СС» и ГСХУ «Мозырская СС».

Анализ пораженных растительных проб, отобранных к концу периода вегетации 2022 г. в фазе отмирание (ст. 91–95) показал существенное увеличение частоты встречаемости грибов рода *Alternaria*. Преобладающей группой являлись мелкоспоровые виды *A. alternata* и *A. tenuissima*, встречаемость которых на сортообразцах картофеля достигла 93,3 и 70,0 % соответственно (таблица 6).

Гриб *A. solani* выделялся с частотой 33,3 %, причем на растительном материале совершенно других сортов картофеля по сравнению с идентификацией, проведенной в фазе развитие соцветий – цветение. В то же время спорадически определялись виды *A. avenicola*, *A. brassicae*, которые уже были обнаружены при исследовании листовых проб, отобранных в более ранний период вегетации и гриб *A. infectoria*. Также на ГСХУ «Кобринская СС» был выявлен вид *A. longissima*, отнесенный к группе *Alternaria spp.*, частота встречаемости которой на данный учетный период составила 56,6 %.

К концу вегетации картофеля в структуре грибов рода *Alternaria* сохранилась тенденция доминирования вида *A. alternata*, достигая 100 % встречаемости в большинстве обследованных мест (рисунок 4).

И лишь в условиях ГСХУ «Мозырская СС» гриб отмечен реже (66,7 %) в разрезе анализируемых сортов. Одновременно наиболее

широко представлено разнообразие других видов, отнесенных к группе *Alternaria* spp. Высокая встречаемость на вегетативной массе растений характерна была для гриба *A. tenuissima*, частота встречаемости которого колебалась от 50,0 до 100 %. Крупноспорный вид *A. solani* встречался повсеместно, но с более низкой частотой 16,7–50,0 %.

Таблица 6 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
ГСХУ «Горецкая СС»	Манифест	+	+	–	+
	Скарб	+	–	+	+
	Красавик	+	–	+	+
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленджер	+	+	+	+
	Сапфир	+	–	–	–
Витебский ГСУ	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	+	+	+
	Красавик	+	+	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	–	+	–
	Сапфир	+	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	–	+	–
	Красавик	+	–	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	–	+	+
	Сапфир	+	+	+	+
ГСХУ «Молодечненская СС»	Манифест	+	+	+	–
	Скарб	+	+	–	–
	Красавик	+	–	+	–
	Рагнеда	+	–	+	–
	Челленджер	+	–	+	–
	Сапфир	+	–	–	+
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	+	–	+	–
	Красавик	+	–	+	+
	Рагнеда	+	+	+	+
	Челленджер	–	–	–	+
	Сапфир	–	–	–	+
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		93,3	33,3	70,0	56,6

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе отмирания (ст. 91–95)

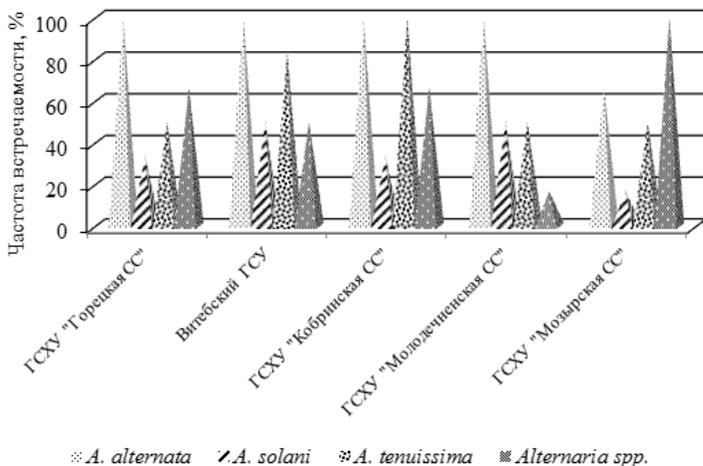


Рисунок 4 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза отмирание, 2022 г.)

Заключение. В результате проведенных маршрутных обследований агроценозов картофеля установлено, что в посадках культуры ежегодно отмечается поражение растений альтернариозом. В период вегетации распространенность болезни значительно варьировала в зависимости от места возделывания и года исследований, достигая в условиях конкурсного испытания в среднем 40,8 % к фазе развитие соцветий – цветение и 100 % к фазе созревание плодов и семян – отмирание. В производственных условиях на единичных сортах картофеля пораженность растений болезнью на уровне 100 % отмечена уже к фазе развитие соцветий – цветение.

Установлена различная степень поражения альтернариозом посадок картофеля. Преимущественно депрессивное развития болезни наблюдалась к середине вегетации культуры (фаза развитие соцветий – цветение), как в условиях конкурсного испытания, так и в хозяйствах республики, варьируя от 1,0 до 10,8 % и от 1,0 до 20,0 % соответственно. К фазе отмирание отмечена дифференциация сортов по степени поражения их болезнью. В годы исследований в условиях конкурсного испытания доля сортов с депрессивной степенью поражения вегетативной массы растений составляла 40,0 и 55,6 %, умеренной – 19,4 и 36,7 % и эпифитотийной – 23,3 и 25,0 %.

Лабораторный анализ листовых проб, отобранных с пораженных растений картофеля, свидетельствует о разнообразии грибов рода *Alternaria*, представленном как мелко- так и крупноспоровыми видами, частота встречаемости которых возрастает к концу вегетации культуры.

Независимо от стадии развития, места произрастания и сорта картофеля наиболее выявляемым грибом являлся *A. alternata*, встречаемость которого среди всех изученных сортообразцов составила 44,4–77,8 %. Вторым по частоте встречаемости отмечен вид *A. tenuissima* – 13,9–70,0 %. Процент встречаемости крупноспорного вида *A. solani* составил 8,3–52,8 %. Также в исследуемых растительных пробах спорадически идентифицировались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola*, *A. brassicae*, *A. infectoria* и *A. longissima*, отнесенные к группе *Alternaria* spp., встречаемость которой достигала 16,7–56,6 %.

Список литературы

1. Виды рода *Alternaria* и *Colletotrichum coccodes* в листьях картофеля в Европейской части России / Л. Ю. Кокаева [и др.] // Защита картофеля. – 2017. – № 4. – С. 27–32.
2. Ганнибал, Ф. Б. Видовой состав, таксономия и номенклатура возбудителей альтернариоза листьев картофеля / Ф. Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность / Под ред. А. П. Дмитриева. – СПб.: ВИЗР, 2007. – С. 142–148.
3. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал; науч. ред. М. М. Левитин. – СПб., 2011. – 70 с.
4. Ганнибал, Ф. Б. Оценка устойчивости селекционного материала крестоцветных и паслёновых культур к альтернариозам: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал, Е. Л. Гасич, А. С. Орина; под ред. М. М. Левитина. – СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. – 50 с.
5. Динамика видового состава патогенов картофеля в европейской части РФ / А. Н. Игнатов [и др.] // Картофель и овощи. – 2019. – № 9. – С. 28–32.
6. Еланский, С. Н. Видовой состав и структура популяций возбудителей фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.12 / С. Н. Еланский; МГУ им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2012. – 46 с.
7. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
8. Козловский, Б. Е. Альтернариоз на картофеле становится более вредоносным / Б. Е. Козловский, А. В. Филиппов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 12–13.
9. Мельникова, Е. С. Вредоносность альтернариоза картофеля как основного биологического ресурса агроценоза Воронежской области / Е. С. Мельникова, Е. А. Мелькумова, М. Аль Мохаммад // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 1 (48). – С. 29–34.
10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
11. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / И. В. Билай [и др.]; под ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1988. – 552 с.
12. Опарина, А. С. Проблемы идентификации возбудителей альтернариоза пасленовых / А. С. Опарина, Ф. Б. Ганнибал // Современные иммунологические исследования, их роль в создании новых сортов и интенсификации растениеводства: материалы Всерос. науч.-производ. конф., (Большие Вяземы, Моск. обл., 18 нояб. 2009 г.) / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии; ред.: С. С. Санин, А. А. Макаров. – Большие Вяземы, 2009. – С. 200–203.
13. Орина, А. С. Видовой состав возбудителей альтернариоза пасленовых культур на территории России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.12 / А. С. Орина; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2011. – 19 с.

14. Орина, А.С. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства *Solanaceae* / А. С. Орина, Ф. Б. Ганнибал, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44, № 2. – С. 150–159.
15. Characterization of *Alternaria* species associated with potato foliar diseases in China / H. H. Zheng [et al.] // Plant Pathol. – 2015. – № 64. – P. 425–433.
16. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil / T. Rodrigues [et al.] // New Disease Reports. – 2010. – Т. 22. – С. 28–28.
17. Identification and enumeration of small-spored *Alternaria* species associated with potato in the US Northwest / L. S. Tymon [et al.]. – Plant Dis. – 2016. – № 100. – P. 465–472.
18. Osowski, J. Potrzeba i mozliwosci zwalczania alternariozy ziemniaka / J. Osowski // Ziemniak Polski. – 2001. – № 2. – S. 19–21.
19. Raya, P. First report of *Alternaria tenuissima* causing leaf spot and fruit rot on eggplant in India / P. Raya, A. V. Reddy, S. Allam // Plant pathol. – 2006. – Vol. 55. – P. 579.
20. Simmons, E. G. *Alternaria: an identification Manual* / E. G. Simmons. – Utrecht : CBS Fungal Biodiversity Centre, 2007. – 775 p.
21. Species associated with early blight epidemics on tomato and other *Solanaceae* crops in northwestern Algeria / N. Bessadat [et al.] // European J. of Plant Pathol. – 2017. – Vol. 148. – P. 181–197.

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

SPECIES DIVERSITY OF FUNGI OF THE GENUS ALTERNARIA ASSOCIATED WITH POTATO PLANTS

Annotation. An assessment of the phytosanitary condition of potato plantings grown under the conditions of a competitive test showed the widespread prevalence of *Alternaria* blight, reaching on average of 40,8% by the phase of inflorescence development – flowering and 100% by the phase of ripening of fruits and seeds – dying. Under production conditions, on single potato varieties, 100% plant infestation with the disease was noted already by the inflorescence development – flowering. During the growing season of the crop, variations in the development of *Alternaria* blight on potato tops were detected, with the preservation of differentiation of potato varieties according to the degree of their damage to the dying phase. Under the conditions of variety testing stations, the proportion of varieties with a depressed degree of damage to the vegetative mass of plants in 2021 and 2022 was 40,0 and 55,6%, moderate – 19,4 and 36,7% and epiphytotic – 23,3 and 25,0%, respectively. The species diversity of fungi of the genus *Alternaria* Nees was noted. Frequency of occurrence of the species *A. alternata* (Fr.) Keissl. was 44,4–77,8 %, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire – 13,9–70,0 %, *A. solani* Sorauer – 8,3–52,8 %, species of *A. arborescens* E.G. Simmons, *A. avenicola* E.G. Simmons, Kosiak & Kwasna, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. infectoria* E.G. Simmons and *A. longissima* E.G. Simmons, classified as *Alternaria* spp. – 16,7–56,6 %.

Key words: potato, cultivar, development phase, alternariosis (*Alternaria* blight), prevalence, development, small-spored species, large-spored species, occurrence.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 633.11«321»:632.951:632.7(476)

С.В. Бойко, М.Г. Немкевич

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

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.08.2023

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

Аннотация. В вегетационные периоды 2021–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» экономическое значение в семенных посевах пшеницы яровой в первый фенологический период (от прорастания до кушения растений) имели *Agriotes lineatus* L., *Oscinella pusilla* Mg. весеннего поколения. Поврежденность растений личинками щелкунов составила 8,5–13,7 % при численности насекомых на полях перед обработкой семян 18,0–18,8 ос./м² почвы. В этот период выкашивалось имаго ячменной шведской мухи от 1,0 до 16,0 ос./100 взмахов. Комплекс энтомофагов, обитающих в посевах, представлен группой насекомых с поздне-весенней активностью: виды жужелиц, стафилиниды, пауки, кокцинеллиды, сирфиды, паразитические насекомые.

Во второй фенологический период (от кушения до колошения) в семенных посевах пшеницы яровой доминировали *Oulema melanopus* L. (0,8–1,4 ос./стебель) и *Dolerus puncticollis* Thoms. (0,07–0,3 ос./стебель). В условиях 2021 г. отмечена высокая плотность *Rhopalosiphum padi* L. – 10,3 ос./стебель.

В третий период фенологии (от колошения до образования зерна) в вегетационном сезоне 2022 г. в агроценозе культуры отмечены единичные особи Penthatomidae и Miridae (2,0–10,0 ос./100 взмахов сачком) с отсутствием настоящих тлей и трипсов. Полезные насекомые во второй и третий фенологические периоды представлены видами с летней активностью – жужелицы рода *Naupalus*, *Amara*, стафилиниды, кокцинеллиды, хищные виды клопов, сирфиды, сетчатокрылые, пауки и паразитические перепончатокрылые.

Интерпретация полученных данных по вредоносности доминантных видов вредителей (личинки щелкунов, пьявицы, тля черемуховая) впервые позволила установить их экономические пороги вредоносности в семенных посевах пшеницы яровой. Также впервые рассчитаны экономические пороги целесообразности применяемых средств защиты растений, которые изменялись в зависимости от класса опасности препарата, его стоимости и закупочной цены семенной продукции.

Ключевые слова: семенные посевы, пшеница яровая, периоды фенологии, вредители, энтомофаги, вредоносность, инсектициды, эффективность, экономические пороги целесообразности.

Введение. В условиях конкуренции на мировом рынке продовольствия и режиме импортозамещения перед растениеводством республики стоят задачи в обеспечении сельскохозяйственных организаций качественными семенами и сохранении устойчивости семеноводства культур. Главная задача отрасли – быстрая и наиболее полная реализация достижений селекции и поддержание потенциальной продуктивности сортов для обеспечения наибольшего объема производства продукции растениеводства, импортозамещения и продовольственной безопасности [17]. Деятельность семеноводства в Республике Беларусь регламентируется Законом № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» [6]

Особое место в разработке и использовании агротехнологий, позволяющих даже в неблагоприятных условиях получать высокую урожайность сельскохозяйственных культур с хорошими качественными характеристиками, занимают вопросы защиты растений. В частности приемы, регулирующие фитосанитарное состояние посевов. Повреждения растений вредителями не позволяют формировать сортовые и посевные качества семян высших репродукций в соответствии с ГОСТом. В связи с этим разработка и обоснование оптимальных систем защиты семенных посевов является объективной необходимостью и представляет определенный научный и практический интерес [9, 22].

Величина и качество урожая – интегрированный результат сложного взаимодействия растений и внешней среды, проявление которого в значительной степени обусловлено лимитирующими факторами [7, 13].

С учетом спроса и конкурентоспособности пшеница яровая является важной зерновой культурой страны, площадь которой в 2021 г. составляла 113 тыс. га (12,6 % посевных площадей яровых зерновых культур и 5,1 % зернового клина) [15]. При этом природно-климатические условия позволяют получать зерно с высоким содержанием белка и клейковины, пригодное для использования на продовольственные цели. Благодаря работе селекционеров, постоянно повышается генетический потенциал урожайности сортов, их устойчивость к повреждениям вредителей, улучшаются хозяйственно-ценные признаки. Вместе с тем, сдерживание продуктивности культуры обусловлено действием различных факторов, оказывающих негативное влияние на формирование урожая в период вегетации растений. Снижение такого влияния требует разработки научно-обоснованных, адаптированных к агроклиматическим и организационно-хозяйственным условиям ком-

плексных приемов управления фитосанитарным состоянием семенных посевов. Именно качество семян определяет устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим условиям [8, 22].

В Беларуси защита агроценозов зерновых культур на продовольственные цели от комплекса фитофагов достаточно изученная тема и результаты ученых широко применяются в хозяйствах республики [1, 2, 3, 18, 20]. Однако, защита семенных посевов колосовых выполняется без учета особенностей проявления на них вредоносности фитофагов. На данный момент в отечественной литературе информация по вредоносности комплекса вредителей на семенных посевах практически отсутствует.

При возделывании пшеницы яровой на семенные цели необходимо своевременное выполнение всех агроприемов в соответствии с агротребованиями: оптимизация питания растений для формирования полноценных семян, размещение в севообороте с учетом предшественника, обработка почвы (основная и предпосевная), применение удобрений, посев, уход за посевом, защита посевов от сорной растительности, болезней и вредителей, уборка [14].

В настоящее время исследования в области защиты растений, проводимые во многих странах, направлены не только на получение максимального экономического эффекта, но и на экологическую безопасность проводимых мероприятий. Наиболее полное решение этой проблемы возможно при разработке экономических порогов целесообразности (ЭПЦ) применения средств защиты растений [10, 19]. Главное отличие ЭПЦ от ЭПВ в том, что за счет учета деятельности полезных видов насекомых, фенологии развития растений, регулирующей роли организационно-хозяйственных, агротехнических и селекционных мероприятий существенно изменяется величина экономического порога вредоносности и, соответственно с этим оптимизируются сроки и объемы химических обработок. При усовершенствовании защиты семенных посевов пшеницы яровой требуется разработка экономических порогов целесообразности применения средств защиты на основе анализа фактически складывающейся фитосанитарной ситуации конкретного агроценоза и экономических показателей производства защищаемой культуры.

В связи с этим нами и была определена цель исследований – усовершенствовать химические приемы защиты семенных посевов пшеницы яровой на основании анализа фитосанитарной ситуации и рассчитать экономические пороги целесообразности применения инсектицидов в зависимости от фенологического периода растений и наличия энтомофагов в посевах.

Материалы и методы исследований. Оценка фитосанитарной ситуации и уточнение структуры доминирования комплекса вредных насекомых в семенных посевах пшеницы яровой проводили по фазам развития растений [4].

С целью уточнения видового состава, структуры доминирования, динамики численности доминантных фитофагов, оценки их вредоносности и расширения ассортимента препаратов, используемых различными способами в семенных посевах культуры, исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в основные периоды развития растений: перед посевом, от развития проростков и до начала их кущения (ДК 03–15), от кущения до выхода в трубку (ДК 21–39), от колошения до образования зерен (ДК 51–77).

Вредоносность вредителей в период вегетации растений пшеницы яровой семенного назначения изучена методом химического контроля [19]. Расчет экономических порогов целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия и инсектицидов на семенных посевах культуры осуществляли согласно методики Л.И. Трепашко, 1997 [10] с использованием программного обеспечения MS Excel.

Экономический порог целесообразности рассчитывали по формуле:

$$\text{ЭПЦ} = \text{ЭПВ} \times \text{Кэнт} \times \text{Кэт} \times \text{КП},$$

где ЭПВ – экономический порог вредоносности; Кэнт – поправочный коэффициент на полезную деятельность энтомофагов с учетом отрицательного влияния средств защиты растений на их численность (1,02 – 2 класс опасности; 1,05 – 3; 1,08 – 4 класс опасности); Кэт – поправочный коэффициент на экотоксикологические свойства препарата (1,6 – 2 класс опасности; 1,4 – 3; 1,2 – 4 класс опасности); Кп – поправочный коэффициент на погодные условия (0,8 – во влажных и прохладных условиях, 1,0 – оптимальных).

Для расчета ЭПВ использовали формулу:

$$\text{ЭПВ} = \text{Пу} \times \text{Кб} \times \text{b},$$

где Пу – прибавка урожая зерна по отношению к планируемой урожайности, ц/га; Кб – поправочный коэффициент к биологической эффективности препарата (при эффективности менее 80,0 % Кб=1,3, от 80,0 до 90,0 % =1,2, более 90,0 % =1,1); b – относительный коэффициент вредоносности (потери урожая от 1 особи или 1 % степени повреждения), %.

$$\text{Пу} = 100 \times \text{П} \times \text{У},$$

где П – количество продукции, окупающее затраты, ц/га; У – планируемая урожайность, ц/га;

$$\text{П} = 3 \times (100 + \text{Р}) \times \text{Ц} \times 100,$$

где 3 – затраты на защиту, бел. руб./га; Р – заданная норма рентабельности, %; Ц – стоимость зерна, бел. руб./ц.

Опыты заложены с учетом особенностей технологии возделывания культуры семенного назначения [14]. За годы исследований специально подобран ценный в семеноводстве сорт белорусской селекции Любава, суперэлита (внесен в реестр сортов в 2012 г., отнесен в группу ценных пшениц, является контролем в Госсортоиспытании). Для получения высокого урожая семена перед посевом были протравлены препаратом фунгицидного действия Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т) на протравочной машине марки «Hege 11» из расчета рабочего раствора 10 л/т, против сорных растений проводилась фоновая обработка гербицидами в фазе кущения (2021 г. – Метеор, СЭ, 0,5 л/га + Лонтарго, ВР, 0,25 л/га, 2022 г. – Балерина, СЭ, 0,5 л/га + Аксиал 50, КЭ, 1,0 л/га), при эпифитотийном развитии болезней – фунгицидами (2021 г. – Прозаро, КЭ, 0,8 л/га, 2022 г. – Замир, ЭМВ, 1,5 л/га) в фазе стеблевания и цветения с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Посев проведен в оптимальные сроки сеялкой Wintersteiger Plotseed (Германия). Варианты опытов по влиянию препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия закладывали на делянках размером 16 м², располагая их рендомизированно, повторность – четырехкратная.

В период проведения исследований перед защитными обработками культуры руководствовались справочником по ЭПВ [12].

Учеты вредных организмов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, родентицидов, феромонов в сельском хозяйстве» (2009). Статистическая обработка полученных результатов исследований осуществлена по Б.А. Доспехову (1985) и статистическому программному обеспечению MS Excel. Динамику численности имаго вредителей в посевах зерновых культур устанавливали методом кошения стандартным энтомологическим сачком через 5–7 дней по 25 взмахов в 4-х кратной повторности по 100 взмахов сачком. Учет насекомых, обитающих на растениях, проводили путем визуального осмотра по 25 стеблей в 4-кратной повторности. Численность личинок жуков-щелкунов в агроценозах учитывали методом почвенных раскопок на глубину до 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого. Определение средневзвешенной плотности заселения проволочников до посева с учетом встречаемости проводили по общепринятой формуле [16]. Для определения поврежденности растений шведскими мухами отбирали растительные пробы по диагонали поля – с опытной делянки по 25 стеблей в 4-кратной повторности с последующим вскрытием в лаборатории. Поврежденность растений листогрызущими насекомыми (пьявицы, листовые пилильщики) определяли по сокращенной шкале, указанной в «Методических указаниях» [11].

Результаты и их обсуждение. Анализ формирования энтомокомплексов в процессе вегетации пшеницы яровой семенного назначения позволил установить отрицательное влияние вредителей на качество и количество зерна.

По результатам мониторинга опытных участков РУП «Институт защиты растений» в агроценозе пшеницы яровой в первый фенологический период от развития проростков растений и до начала их кушения (ДК 03–21) фитофагами с наибольшей численностью являлись шелкокрысы, хлебная полосатая и стеблевые блохи, злаковые мухи, которые могут снизить густоту продуктивного стеблестоя, от которого, по мнению ученых на 50 % зависит уровень урожайности [21].

В условиях 2021 г. перед посевом культуры плотность личинок жуков-шелкокрысов достигала 18,0 ос./м² почвы, что было на уровне пороговых значений (16,0–20,0 ос./м² почвы). В возрастной структуре популяции преобладали личинки II и III года жизни – 83,3 и 87,5 %. В вегетационном сезоне 2022 г. численность вредителя весной составила 18,8 ос./м² почвы, из них личинки II года жизни – 50,0 % от их общего количества, I и III – по 16,7 и 33,3 % соответственно. Доминировали шелкокрыс посевной полосатый (*A. lineatus* L.) и посевной малый (*A. sputator* L.). Поврежденность растений личинками фитофагов достигала 8,5–13,7 %.

На участках, засеянных семенами, не обработанными препаратами инсектицидного действия, необходимо планировать проведение защитных обработок в период 1-го – 2-х листьев от внутрискотельных и листогрызущих фитофагов. Весной 2021 г. в стадию 2-х листьев культуры отмечено заселение растений шведскими мухами р. *Oscinella* с численностью 16,0 ос./100 взм. сачком (ЭПВ 15,0–20,0 ос./100 взм. сачком). Их массовому лету способствовали оптимальные погодные условия, складывающиеся во II декаде мая (с 15.05. по 18.05.) – максимальные дневные температуры воздуха на уровне +17,0...+21,4 °С. Поврежденность растений вредителем достигала 21,0 %. При анализе растительных проб выявлены личинки II и III возраста. Численность имаго хлебной полосатой и стеблевых блох была ниже ЭПВ (30,0–40,0 ос./м²) и достигала 12,0 ос./м².

В сезоне 2022 г. сухая погода (среднесуточная температура воздуха +10,1 °С, в дневные часы до +20,1 °С на фоне отсутствия осадков) в течение первых 10 дней мая способствовала нарастанию численности блох хлебной полосатой и стеблевых блох, выкашивалось 16,0 и 6,0 ос./100 взмахов сачком соответственно (ЭПВ 30,0 ос./100 взмахов сачком). В этот период регистрировалось заселение посевов шведскими мухами весеннего поколения – 1,0 ос./100 взмахов сачком. Однако, сложившиеся погодные условия II декады (интенсивные осадки – 25,2 мм или 132 % декадной нормы на фоне снижения температуры воздуха в

начале и в конце декады до +7,2 и +9,3 °С соответственно) отрицательно сказались на дальнейшем распространении вредителей по посевам и их вредоносности. В стадию 2-х листьев (19 мая) учтено шведских мух 10,0 ос./100 взмахов сачком (ЭПВ 15,0–25,0 ос./100 взмахов сачком), и сложившаяся ситуация послужила обоснованием для отмены защитных обработок семенных посевов пшеницы яровой в первый критический период развития от внутрискосовых вредителей – шведские мухи, стеблевые блохи.

По результатам исследований 2021–2022 гг. установлено, что во второй период фенологии от кушения до колошения (ДК 22–49) критическую ситуацию создавали повреждения листогрызущих, настоящих пилильщиков и сосущих фитофагов, которые препятствуют нормальному формированию колоса и его элементов.

В сезоне 2021 г. в стадию 2-го узла (ДК 32) учитывалось личинок пьявицы (красногрудая (*Ouleta melanopus* L.) и синяя (*O. lichenis* W.)) 0,7 ос./стебель (ЭПВ 0,7–0,9 ос./стебель). В этот период в возрастной структуре преобладали личинки I (34,3 %) и II (47,1 %) возраста, через 3 дня – II (48,8 %) и III (30,0 %), через 7 дней – III (49,3 %) и IV (37,5 %) возраста. При высокой температуре воздуха (+27,0 °С) отмечен быстрый переход личинок из одного возраста в другой.

В I декаде июня 2022 г. в семенных посевах наблюдалась интенсивная яйцекладка пьявицами и лет имаго пилильщиков. Во II декаде месяца при среднесуточной температуре воздуха +17,8 °С и 24,3 мм (81,1 % нормы) осадков отмечено массовое отрождение личинок фитофагов. В стадию появления флагового листа (ДК 37, 23.06.) численность личинок пьявицы составила 0,78 ос./стебель, структура популяции представлена особями I (76,9 %) и II (23,1 %) возраста. Степень повреждения листьев фитофагом в период их массового развития составила до 4 баллов (в среднем степень повреждения флагового листа 39,5 %).

Из настоящих пилильщиков данные наших исследований свидетельствуют о доминировании в посевах культуры долеруса полевого (*Dolerus puncticollis* Thoms.) и селандрии злаковой (*Selandria serva* F.) с численностью ложногусениц – 0,30 ос./стебель (ЭПВ 0,30 ос./стебель).

Так же в вегетационном сезоне 2021 г. в условиях опытного поля с середины июня установлено интенсивное заселение растений настоящими тлями, наблюдалась фаза их расселения (подъем численности). Выявлено, что в посевах доминировала тля черемуховая (*Rhopalosiphum padi* L.) – 97,8 %. Численность фитофага в стадии 2-х узлов (ДК 32, 18.06.) достигала пороговых значений – 10,3 ос./стебель, в стадии влагалище флагового листа набухло (ДК 45, 25.06.) – 0,45, ДК 65 (02.07.) – 0,01 ос./стебель. В условиях 2022 г. в агроценозах сосущих вредителей не отмечено.

В третий период фенологии пшеницы яровой от колошения до образования зерна (ДК 50–77) растения формируют генеративные органы

и определяют процесс накопления запасных веществ в виде белков, углеводов и жиров в зерновках. Критические условия для функционирования растительного организма своими повреждениями в основном создают сосущие фитофаги (настоящие тли, трипсы, клопы). Однако, в условиях опытного поля в годы исследований отмечены единичные особи клопов семейства Pentatomidae и Miridae (2,0–10,0 ос./100 взмахов сачком) с отсутствием настоящих тлей и трипсов.

При изучении вредоносности доминантных видов вредителей в семенных посевах пшеницы яровой методом химического контроля выявлено, что сохранено зерна за счет снижения вредоносности личинок шелкоунов 2,4 ц/га или 4,1 %, личинок шведских мух (ячменная и овсяная) весеннего поколения – 2,1 ц/га или 5,4 %, личинок пьявицы красногрудой и тли черемуховой – 3,4 ц/га или 8,0 % (таблица 1).

Таблица 1 – Вредоносность доминантных вредителей в агроценозах пшеницы яровой (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Показатель	Единица измерения	Контроль	Инсектицид
Личинки (проволочники) шелкоунов (посевой полосатый и малый)* – всходы			
Повреждено растений	%	8,5	0,9
Снижение поврежденности	%	–	89,4
Урожайность зерна	ц/га	57,9	60,3
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	2,4
	%	–	4,1
Личинки шведских мух (ячменная и овсяная) первого (весеннего) поколения – стадия 1–3-х листьев			
Повреждено растений	%	19,0	2,0
Снижение поврежденности	%	–	89,5
Урожайность зерна	ц/га	39,1	41,2
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	2,1
	%	–	5,4
Личинки пьявицы красногрудой – стадия флагового листа			
Численность личинок	ос./стебель	0,82	0,10
Снижение численности к контролю	%	–	87,6–96,1
Урожайность зерна	ц/га	42,4	45,8
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	3,4
	%	–	8,0
Тля черемуховая – фаза выход в трубку			
Численность самок	ос./стебель	7,9	0,5
Снижение численности к контролю	%	–	95,1–99,9
Урожайность зерна	ц/га	42,4	45,8
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	3,4
	%	–	8,0

Примечание – *) Против проволочников использовали препарат для предпосевной обработки семян.

За годы исследований (2021–2022 гг.) при проведении защитных обработок при пороговой численности вредителей в семенных посевах культуры получена высокая биологическая эффективность инсектицидов разного направленного действия (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность изучаемых средств защиты растений в разные фенологические периоды развития культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021–2022 гг.)

Показатель	n	БЭ±СО	Медиана	УН
Первый фенологический период				
Повреждение растений личинками щелкунов	7	89,2±1,7	89,4	1,6
Повреждение растений личинками злаковых мух	3	81,4±0,5	81,4	1,1
Второй фенологический период				
Численность личинок пядицы	10	91,1±5,3	90,2	3,8
Численность ложногусениц настоящих пилильщиков	7	97,2±2,2	98,1	2,0
Численность настоящих тлей	7	91,6±3,8	92,7	3,5

Примечание: n – количество проанализированных опытов, БЭ – биологическая эффективность; СО – стандартное отклонение; УН – уровень надежности; медиана – число, которое находится в середине этого набора.

В ходе проведения исследований отмечено влияние поврежденности флагового листа личинками пядицы на элементы структуры биологического урожая зерновых культур. В 2022 г. масса зерна с колоса при поврежденности 39,5 % флагового листа снизилась на 6,9 %, масса 1000 зерен – на 22,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимость элементов структуры урожая пшеницы яровой от степени повреждения флагового листа личинками пядицы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Степень повреждения флагового листа				Масса зерна с колоса, г		Масса 1000 зерен, г	
балл	%	балл	%				
2021 г.		2022 г.		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1	3,5	1	4,0	1,26	1,31	39,3	39,1
3	28,4	3	39,5	1,19	1,22	32,1	30,2

Выявлена зависимость интенсивности повреждений флагового листа личинками пядицы и изменения массы зерна с одного колоса: $y=1,65-1,1x$, где y – масса зерна с колоса, г; x – интенсивность повреждения флагового листа, %. По результатам регрессионного анализа установлена сильная связь между показателями – $r=0,88$.

Полученные данные по биологической и хозяйственной эффективности в 2021–2022 гг. препаратов инсектицидного действия для предпосевной обработки семян (Акиба, ВСК (имidakлоприд, 500 г/л), Селест Макс, КС (тиаметоксам, 125 г/л + флудиоксонил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л)) и инсектицидов с разными действующими веществами, отличающимися

направленным действием и классом опасности – Фаскорд, КС (альфа-циперметрин, 100 г/л), Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л) легли в основу уточнения экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений от доминантных вредителей в семенных посевах культуры.

Используя данные опытов по изменению вредоносности насекомых в условиях опытного поля, были рассчитаны относительные коэффициенты вредоносности личинок жуков-щелкунов, личинок пьявицы, самок и личинок тли черемуховой и их ЭПВ в семенных посевах пшеницы яровой (таблица 4).

Как видно из полученных данных, величина экономического порога существенно отличается по видам вредителей. При защите семенных посевов пшеницы, показатели ЭПВ снижаются по сравнению с ЭПВ доминантных вредителей в посевах на продовольственные цели.

Таблица 4 – ЭПВ доминантных видов вредителей по применению препаратов в семенных посевах пшеницы яровой (расчетные показатели, 2021–2022 гг.)

Препарат, норма расхода, л/т, л/га	Относительный коэффициент вредоносности, %	ЭПВ, ос./м ² почвы, ос./стебель
Личинки жуков-щелкунов		
Акиба, ВСК, 0,6	0,28	7,20
Селест Макс, КС, 1,5–2,0		14,60–18,20
ЭПВ* 16,0–20,0 ос/м ² почвы		
Личинки пьявиц		
Фаскорд, КЭ, 0,1	3,69	0,47
Органза, КС, 0,15–0,2		0,43–0,59
ЭПВ* 0,7–0,9 ос./стебель		
Тля черемуховая (самки, личинки)		
Фаскорд, КЭ, 0,1	0,25	5,0
Органза, КС, 0,15–0,2		6,40–7,70
ЭПВ* 9,0–10,0 ос./стебель		

Примечание – * – ЭПВ вредителей в посевах на продовольственные цели.

Экономическую целесообразность применяемых инсектицидов, отличающихся по цене, биологической эффективности, экотоксикологическим показателям (ЛД₅₀, класс опасности) рассчитывали с учетом закупочных цен на семена высоких репродукций (элита, суперэлита).

Расчет экономического порога целесообразности применения средств защиты растений приводили для оптимальных погодных условий (пьявицы, тля) и при пониженном температурном фоне с избыточным увлажнением (личинки щелкунов).

Закупочная цена средств защиты и стоимость обработки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Закупочная цена препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов, стоимость внесения

Препарат	Норма расхода, л/г, л/га		Стоимость препарата*, бел. руб./л	Стоимость внесения*, бел. руб./га	
	мин.	макс.		мин.	макс.
Акиба, ВСК	0,6		108,0	16,2	
Селест Макс, КС	1,5	2,0	135,0	50,6	67,5
Фаскорд, КЭ	0,1		37,1	3,7	
Органза, КС	0,15	0,2	75,0	11,3	15,0

Примечание – * – По курсу НЦРБ на 27.10.2022 г. – 1 \$ США = 2,5 бел. руб.

Например, рассчитанный нами ЭПВ личинок шелкоунов для семенных посевов пшеницы яровой при применении препарата Акиба, ВСК составил 7,2 ос./м² почвы (таблица 4). ЭПЦ = 7,2 x 1,05 x 1,4 x 0,8 = 8,5 ос./м² почвы. При увеличении стоимости семенной продукции величина его снижается до 5,5 ос./м² почвы (таблица 6).

Таблица 6 – Экономические пороги целесообразности препаратов для предпосевной обработки семян по защите семенных посевов пшеницы яровой от личинок жуков-шелкоунов в первый фенологический период (расчетные показатели, 2022 г.)

Репродукция	Препараты для предпосевной обработки семян, норма расхода, л/т	Класс опасности	Затраты, бел. руб./га	Цена продукции, руб./ц	Количество продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./м ²
Элита	Акиба, ВСК, 0,6	3	33,7	105,3	0,67	8,5
	Селест Макс, КС, 1,5	4	68,13		1,36	15,1
	Селест Макс, КС, 2,0		85,0		0,89	18,9
Суперэ-лита	Акиба, ВСК, 0,6	3	33,7	160,9	0,44	5,5
	Селест Макс, КС, 1,5	4	68,13		1,7	9,1
	Селест Макс, КС, 2,0		85,0		1,11	12,3

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и с рентабельностью мероприятий 110 %.

Расчитанный экономический порог целесообразности применения инсектицида Фаскорд, КЭ от личинок пядицы в семенных элитных посевах культуры составил 0,8 ос./стебель, при увеличении стоимости семенной продукции величина показателя соответственно снизилась до 0,6 ос./стебель (таблица 7).

Контрольный пример расчета ЭПЦ инсектицидов по защите пшеницы яровой от тли черемуховой представлен в таблице 8 и отражает ту же тенденцию, что и по другим вредителям.

Расчеты ЭПЦ показали, что при наличии данных по вредоносности насекомых можно оперативно рассчитывать целесообразность

применения того или иного инсектицида в семенных посевах, тем самым повысить рентабельность проводимых мероприятий, экономическую эффективность и экологическую безопасность интегрированных систем и обеспечить снижение энергозатрат.

Таблица 7 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов для защиты семенных посевов пшеницы яровой от личинок пшавицы во второй фенологический период (расчетные показатели, 2021–2022 гг.)

Репродукция	Инсектициды, норма расхода препарата, л/га	Класс опасности	Затраты, бел. руб./га	Цена продукции, бел. руб./ц	Кол-во продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./стебель
Элита	Фаскорд, КЭ, 0,1	2	28,7	105,3	0,57	0,8
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,72	0,7
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,8	0,9
Суперэлита	Фаскорд, КЭ, 0,1		28,7	160,9	0,38	0,6
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,37	0,5
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,52	0,6

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и с рентабельностью мероприятий 110 %.

Таблица 8 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов от тли черемуховой в семенных посевах пшеницы яровой во второй фенологический период (расчетные показатели, 2022 г.)

Относительный коэффициент вредоносности, %	Инсектициды, норма расхода препарата, л/га	Класс опасности	Затраты, руб./га	Цена продукции, бел. руб./ц репродукция	Количество продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./стебель
0,25	Фаскорд, КЭ, 0,1	2	28,7	105,3 элита	0,57	8,2
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,72	10,4
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,8	12,6
	Фаскорд, КЭ, 0,1		28,7	160,9 суперэлита	0,38	5,45
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,47	6,2
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,52	6,69

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и рентабельностью мероприятий 110 %.

Одновременно в 2022 г. в условиях полевых опытов проводилась проверка экономической целесообразности применения высокоэффективных инсектицидов от доминантных вредителей (таблица 9). Анализ защитных мероприятий представлен в абсолютных показателях потерь и сохранения урожая – в ц/га.

Таблица 9 – Экономическая эффективность применения средств защиты пшеницы яровой в разные фенологические периоды

Показатели	Первый фенологический период	Второй фенологический период
Применяемый препарат, л/т, л/га	Акиба, ВСК, 0,6	Фаскорд, КС, 0,1
1. Фактический биологический урожай, ц/га	54,7	60,2
2. Потери урожая от насекомых, ц/га	0,76	1,36
3. Сохранено урожая от применения препарата, ц/га	0,70	1,50
4. Стоимость сохраненного урожая, руб.	73,71	158,0
5. Затраты на применение, руб./га	78,84	78,80
6. Рентабельность, %	экономически не целесообразно	100,3
Применяемый препарат, л/т, л/га	Селест Макс, КС, 2,0	Органза, КС, 0,2
1. Фактический биологический урожай, ц/га	57,4	63,8
2. Потери урожая от насекомых, ц/га	0,8	1,1
3. Сохранено урожая от применения препарата, ц/га	0,9	1,2
4. Стоимость сохраненного урожая, руб.	358,0	126,4
5. Затраты на применение, руб./га	130,1	86,4
6. Рентабельность, %	175,1	46,2

Таким образом, из полученных данных полевых опытов можно сделать вывод, что для получения высокой эффективности и экологической безопасности интегрированной системы защиты семенных посевов пшеницы яровой от вредных организмов и снижения энергозатрат инсектициды должны применяться только с учетом их экономических порогов целесообразности.

Заключение. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» доминантность вредителей семенных посевов пшеницы яровой отличается приуроченностью фитофагов к определенным периодам фенологии культур. В первый фенологический период от прорастания до начала кушения наибольшую опасность для растений представляют личинки жуков-щелкунов и шведских мух. Во второй – от кушения до колошения растения продолжают повреждать внутрисклебковые вредители и вновь заселившие посевы – пьявицы, настоящие пилильщики и тля. Составление фенологии доминантных видов вредителей и сроков активности энтомофагов свидетельствует о сопряженности развития во времени определенных видов хищных и паразитических насекомых и их жертв в каждом из выделенных нами периодов развития растений.

Экологическую безопасность интегрированных систем защиты семенных посевов можно увеличить за счет обоснованного сокращения объемов применения средств защиты растений на основании учетов экологических и природных регулирующих факторов. В связи с изменением закупочной цены инсектицидов, биологической и хозяйственной эффективности инсектицидов (Акиба, ВСК, Селест Макс, КС, Фаскорд, КС, Органза, КС) с различным действующим веществом, отличающихся направленностью действия и классом опасности в лаборатории впервые рассчитаны их экономические пороги целесообразности применения от доминантных видов фитофагов (личинки щелкунов, пьявицы, тля черемуховая) с учетом полезной деятельностью их энтомофагов, урожайности, для использования в агроцепозах на семенные цели (элита, суперэлита).

Работа выполняется в рамках ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» задания «Усовершенствовать интегрированную систему защиты от вредителей, болезней и сорной растительности семенных посевов яровых и озимых зерновых культур в период вегетации и при хранении семян».

Список литературы

1. Бойко, С. В. Защищаем всходы зерновых культур от вредителей / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // Беларус. сел. хоз-во. – 2022. – № 4 (240). – С. 74–80.
2. Бойко, С. В. Обработка семян и посевов зерновых культур препаратами на основе ацетамиприда – эффективный способ защиты от вредителей / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // 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, 2022. – Вып. 46. – С. 164–179.
3. Бойко, С. В. Шведские мухи в посевах яровых зерновых культур / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // Беларус. сел. хоз-во. – 2022. – № 4 (240). – С. 94–100.
4. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайдер ; под ред. Ю. М. Страйкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг; БАСФ, 2004. – 183 с.
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. – 416 с.
6. О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 7 мая 2021 г., № 102-3 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/may/63671/>. Дата доступа – 01.06.2023.
7. Кишев, А. Ю. Семеноводство пшеницы озимой в условиях Центрального Предкавказья [Электронный ресурс] / А. Ю. Кишев, Н. И. Мамсиров. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/semenovodstvo-pshenitsy-ozimoy-v-usloviyah-tsentralnogo-predkavkazya/viewer>. – Дата доступа: 03.04.2023.
8. Климентова, Е. Г. Приспособление и устойчивость растений: учеб. пособие для студентов экол. факультета / Е. Г. Климентова, Г. А. Сатаров, Т. А. Зудова. – Ульяновск: УлГУ, 2006. – 53 с.
9. Кошеляева, И. П. Селекционно-семеноводческие аспекты защиты агрофитоценозов пшеницы и ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Электронный ресурс] :

автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05; 06.01.11 / И. П. Кошеляева ; Пензенская гос. с.-х. академия, Пензенский науч.-исслед. ин-т сел. хоз.-ва. – Пенза, 2009. – Режим доступа: <https://earthpapers.net/seleksionno-semenovodcheskie-aspekty-zaschity-agrofitotsenozovpshenitsy-i-yachmenya-v-usloviyah-lesostepi-srednego-povo>. – Дата доступа: 05.05.2023.

10. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / Белорус. НИИ защиты растений ; сост. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 24 с.

11. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентициднов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – Прилуки, 2009. – 319 с.

12. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / Нац. академия наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2022. – 59 с.

13. Новохатин, В. В. Научное обоснование первичного и элитного семеноводства зерновых культур / В. В. Новохатин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 9. – С. 40–47.

14. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. академия наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; ред.: В. Г. Гусаков, Ф. И. Привалов. Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.

15. Посевные площади сельскохозяйственных культур по видам и категориям хозяйств // Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический бюллетень / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2022. – С. 20–21.

16. Протравители семян кукурузы и зерновых культур для защиты посевов от проволочников / Л. И. Трепашко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2010. – Вып. 34. – С. 210–216.

17. Семеноводство яровой пшеницы на западе Казахстана в новых экономических условиях / И. Т. Рассомахин [и др.] // Известия ОГАУ. – 2011. – № 29. – С. 34–37.

18. Трепашко Л. И. Эффективность мероприятий по защите яровой пшеницы от вредителей в Беларуси / Л. И. Трепашко, И. А. Козич // Захист рослин у XXI столітті: проблеми та перспективи розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. мол. учених, аспірантів і студ., присвяч. 200-річчю з дня заснув. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва (1816—2016), 22-23 вересня 2016 р. – Харків, 2016. – С. 87–90.

19. Трепашко, Л. И. Экономическая, энергетическая эффективность и экологическая безопасность систем защиты растений: монография / Л. И. Трепашко ; Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Минск: ООО «Поли-рек», 2000. – 133 с.

20. Трепашко, Л. И. Экономическое обоснование применения пестицидов на посевах зерновых культур в Беларуси / Л. И. Трепашко, С. В. Бойко, И. А. Козич // Защита и карантин растений. – 2019. – № 8. – С. 23–28.

21. Формирование урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья в зависимости от густоты стеблестоя / Давыдова Н. В. [и др.] // *Аграрная наука*. – 2019. – № 7-8. – С.32–34.

22. Халиуллин, М. Ф. Оптимизация приемов управления фитосанитарным состоянием семенных посевов яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / М. Ф. Халиуллин ; Казан. гос. аграр. ун-т. – Йошкар-Ола, 2011. – 22 С.

S.V. Boiko, M.G. Nemkevich

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

IMPROVEMENT OF THE CHEMICAL SYSTEM OF PROTECTION OF SPRING WHEAT SEED CROPS FROM PESTS IN BELARUS

Annotation. During the growing seasons 2021–2022 on the experimental field of the Republican Unitary Enterprise “Institute of Plant Protection”, *Agriotes lineatus* L., *Oscinella pusilla* Mg. spring generation were of economic importance in seed crops of spring wheat in the first phenological period (from germination to tillering of plants). Damage to plants by click beetle larvae was 8,5–13,7 %, with the number of insects in the fields before seed treatment being 18,0–18,8 individuals/m² of soil. During this period, the imago of the Swedish barley fly was mowed down from 1,0 to 16,0 ind./100 sweeps. The complex of entomophages living in crops is represented by a group of insects with late spring activity: species of ground beetles, rove beetles, spiders, coccinellids, syrphids, and parasitic insects.

In the second phenological period (from tillering to heading), *Oulema melanopus* L. (0,8–1,4 ind./stem) and *Dolerus puncticollis* Thoms. (0,07–0,3 os./stem) dominated in the seed crops of spring wheat. Under the conditions of 2021, a high density of *Rhopalosiphum padi* L. was noted – 10,3 ind./stem.

In the third period of phenology (from heading to grain formation) in the growing season of 2022, single individuals of Pentatomidae and Miridae (2,0–10,0 individuals/100 sweeps of the net) with the absence of true aphids and thrips were noted in the agroecocenosis of the crop. Beneficial insects in the second and third phenological periods are represented by species with summer activity – ground beetles of the genus Harpalus, Amara, rove beetles, coccinellids, predatory species of bugs, syrphids, lacewings, spiders and parasitic hymenoptera.

Interpretation of the obtained data on the harmfulness of dominant species of pests (larvae of click beetles, honey beetles, bird cherry aphids) made it possible for the first time to establish their economic thresholds of harmfulness in spring wheat seed crops. Also, for the first time, economic thresholds for the feasibility of applied plant protection products were calculated, which varied depending on the hazard class of the drug, its cost and the purchase price of seed products.

Key words: seed crops, spring wheat, periods of phenology, pests, entomophages, harmfulness, insecticides, efficiency, economic feasibility thresholds.

А.А. Запрудский. Д.Ф. Привалов

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

ЗАЩИТА АГРОЦЕНОЗОВ КОРМОВЫХ БОБОВ ОТ ФИТОФАГОВ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 31.05.2023

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация. В статье представлены обобщенные результаты исследований по оценке эффективности применения инсектицидов против доминантных фитофагов в агроценозе кормовых бобов. Выявлено, что опрыскивание посевов инсектицидами из различных химических групп против клубеньковых долгоносиков обеспечило снижение численности до 87,5–91,8 %, поврежденности растений до 0,5–1,2 %, что позволило достоверно сохранить 0,27–0,64 т/га, за счет увеличения количества бобов на растении на 2,1–2,6 шт. и массы 1000 зерен на 7,9–9,7 г относительно варианта без обработки. Против имаго бобовой тли биологическая эффективность составила 88,0–88,2 %, что способствовало достоверному сохранению 0,36–0,38 т/га зерна за счет большего формирования бобов на растении и массы 1000 зерен.

Ключевые слова: кормовые бобы, вредители, биологическая, хозяйственная эффективность, сохраненный урожай.

Введение. Наряду с болезнями и сорными растениями ощутимый вред посевам кормовых бобов наносят вредители, которые в зависимости от складывающихся погодных условий, а также других факторов, способны уничтожить более 50 % будущего урожая.

По данным польской литературы, максимальный вред посевам кормовых бобов наносят полосатый (*Sitona lineatus* L.) и щетинистый (*Sitona crinitus* Hrbst.) клубеньковые долгоносики, бобовая тля (*Aphis fabae* S.), в меньшей степени гороховая зерновка (*Bruchus rufimanus* Boh.) [1, 2, 3]. В исследованиях российских ученых, основными вредителями всходов кормовых бобов являются клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), в период формирования генеративных органов – гороховая тля [4, 5, 6].

Согласно нашей оценке энтомологического состояния посевов кормовых бобов, проведенной в 2015–2022 гг., выявлено, что в агроценозе культуры получили распространение более 20 видов насекомых-фитофагов, вместе с тем, доминантными вредителями, имеющими хозяйственное значение, являются клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), которые в структуре фитофагов занимали 75,3–76,4 %, а также бобовая тля – 20,4–21,6 % [7, 8].

Учитывая ограниченный перечень инсектицидов в «Государственном реестре...», возникла необходимость в расширении их спектра и сферы применения против доминантных фитофагов в агроценозе кормовых бобов.

Цель исследований – оценка эффективности инсектицидов из различных химических групп против доминантных фитофагов в посевах культуры.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в 2015–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов. При достижении пороговой численности клубеньковых долгоносиков – 7–15 особей/м², а бобовой тли – 8–16 особей/растение проводилось опрыскивание посевов согласно схеме опыта [8, 9]. Обработку посевов проводили ручным опрыскивателем поделяночно с нормой расхода рабочего раствора из расчета 200 л/га. Биологическая и хозяйственная оценка эффективности инсектицидов, учет численности фитофагов проводилась согласно общепринятым методикам [10].

Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [11]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что в условиях 2015 г. пороговая численность клубеньковых долгоносиков была достигнута в фазе середина листообразования (код ВВСН 14–16), что послужило основанием для применения инсектицидов. Результаты исследований показывают, что на третий день после обработки, биологическая эффективность инсектицидов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) против жуков вредителей составила 89,4–91,1 %, что на 4,3–4,8 % выше, чем при использовании препарата из химического класса синтетические пиретроиды Фастак, КЭ (0,1 л/га). На седьмые и четырнадцатые сутки действие инсектицидов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) снижалось, соответственно, до 65,1–66,8 и 41,6–42,3 %, однако было выше на 2,4–4,1 и 3,2–3,9 %, чем в варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га). Отмечено, что при поврежденности растений на уровне 21,6 % в варианте без применения инсектицида, опрыскивание посевов препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), обеспечило снижение поврежденности до 0,7–0,8 %, что на 0,8–0,9 %, ниже, чем в варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га) [12, 13].

В 2016–2019 гг. при повышенном температурном режиме на начальных этапах роста и развития культуры пороговая численность клубеньковых долгоносиков отмечалась в начале листообразования

(код ВВСН 11–12). Проведенные учеты после обработки на третьи сутки, обеспечили снижение численности имаго фитофагов в вариантах Биская, МД (0,3 л/га) на 85,3–90,4 %, Эсперо, КС (0,15 л/га) – на 87,7–91,7 %, Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – на 85,1–90,4 % и Фастак, КЭ (0,1 л/га) – на 80,1–87,1 %. Учет на четырнадцатые сутки указывает на снижение эффективности изучаемых препаратов до 31,2–40,3 %, 30,3–41,2, 32,0–40,4 и 28,7–41,1 %. На фоне повреждения растений имаго фитофагов до 22,4–27,8 % в варианте без обработки, опрыскивание посевов инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га) позволило уменьшить повреждение от 1,1 до 2,0 %, Эсперо, КС (0,15 л/га) – от 1,0 до 2,4 % и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – от 1,0 до 2,0 %. При внесении инсектицида Фастак, КЭ (0,1 л/га) растения повреждались до 2,2–3,5 %, что было выше на 1,1–1,2 %, чем в других обрабатываемых вариантах [12, 13, 14, 15].

При прохладных погодных условиях 2020 г. опрыскивание посевов проводилось в конце листообразования (код ВВСН 18–19). Биологическая эффективность препаратов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) на третьи сутки после составила 90,5–91,7 %, на седьмые – 70,5–71,3 %, четырнадцатые – 53,8–54,1 %. В варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га) по дням учета она составляла, соответственно, 89,1 %, 69,5 и 51,1 % и была ниже на 1,4–2,6 %, 1,0–1,8 и 2,7–3,0 %, чем в остальных вариантах с обработкой. Поврежденность растений имаго вредителей в варианте без обработки была минимальной, чем в другие исследуемые годы и составила 16,3 %. При этом в вариантах Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) она снижалась до 0,3–0,4 %, что на 1,2–1,3 % ниже, чем при опрыскивании инсектицидом Фастак, КЭ (0,1 л/га) [12, 13].

В 2021 г. схема опыта была расширена ассортиментом испытуемых инсектицидов. Выявлено, что при пониженном температурном режиме и избыточном влагообеспечении в ранние фазы развития растений, пороговая численность фитофагов была достигнута к концу листообразования (код ВВСН 18–19). Установлено, что в вариантах Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Фастак, КЭ (0,1 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) на третьи сутки биологическая эффективность составила 89,1–91,7 %, на седьмые сутки – 69,5–71,3 %, и на четырнадцатые сутки – 51,1–54,7 %. Вместе с тем, при поврежденности растений имаго в варианте без применения инсектицидов до 18,0 %, опрыскивание посевов позволило ее снизить до 0,5–1,5 %.

В 2022 г. погодные условия начала вегетации кормовых бобов также были прохладными, в результате чего пороговая численность имаго

клубенькового долгоносика была достигнута в конце листообразования (код ВВСН 19). Установлено, что опрыскивание посевов культуры инсектицидами Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) обеспечило снижение численности имаго фитофага относительно варианта без обработки на третьи сутки на 91,9–92,8 %, на седьмые – на 70,8–71,5 % и на четырнадцатые – на 54,4–56,3 %. При этом поврежденность растений снизилась до 0,4–0,6 %, при показателе в варианте без обработке – 18,1 %.

В целом за исследуемые годы опрыскивание посевов кормовых бобов против имаго клубеньковых долгоносиков препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) обеспечило биологическую эффективность на третьи сутки – 87,5–91,8 %, на седьмые – на 59,9–70,9 % и на четырнадцатые – на 42,1–54,2 %. В варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га) показатель эффективности по дням учета составлял 85,6 %, 58,3 и 39,2 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов от клубеньковых долгоносиков в посевах кормовых бобов

Вариант	Год исследования	Численность имаго перед обработкой, особей/м ²	Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			Повреждено растений, %
			3 день	7 день	14 день	
Без применения инсектицида	2015–2022	11,1	10,0*	8,4*	6,7*	21,6
Биская, МД (0,3 л/га)	2015–2021	11,4	89,2	60,5	42,6	1,1
Эсперо, КС (0,15 л/га)	2015–2021	11,1	88,6	59,9	42,1	1,2
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	2015–2021	11,2	87,5	60,4	42,5	1,1
Фастак, КЭ (0,1 л/га)	2015–2021	11,2	85,6	58,3	39,2	2,2
Аркуэро, КС (0,04 л/га)	2021–2022	10,2	91,1	70,3	53,3	0,7
Аркуэро, КС (0,06 л/га)	2021–2022	10,1	91,4	70,5	54,2	0,6
Декстер турбо, СЭ (0,2 л/га)	2021–2022	10,1	91,3	70,2	53,8	0,7
Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га)	2021–2022	10,1	91,8	70,9	54,2	0,5

Примечание: * – в варианте без применения инсектицида указана численность имаго/м².

В целом опрыскивание растений инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Фастак, КЭ (0,1 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) снизило поврежденность растений до 0,5–1,2 %, что на 1,0–1,7 % меньше, чем варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га) при поврежденности в варианте без обработки 21,6 %.

Анализ элементов структуры урожайности зерна кормовых бобов показал, что обработка посевов инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Фастак, КЭ (0,1 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га), позволила достоверно увеличить количество бобов на растении на 2,1–2,6 шт. относительно варианта без обработки (таблица 2).

Таблица 2 – Структуры урожайности зерна кормовых бобов при внесении инсектицидов от клубеньковых долгоносиков

Вариант	Год исследования	Число бобов на растении, шт.	Число зерен в бобе, шт.	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без применения инсектицида	2015–2022	9,0	2,8	10,7	422,4
Биская, МД (0,3 л/га)	2015–2021	11,5	2,9	14,2	431,0
Эсперо, КС (0,15 л/га)	2015–2021	11,6	2,9	14,3	432,1
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	2015–2021	11,5	2,9	14,3	431,4
Фастак, КС (0,1 л/га)	2015–2021	11,1	2,8	13,5	430,8
Аркуэро, КС (0,04 л/га)	2021–2022	11,1	2,8	13,4	430,3
Аркуэро, КС (0,06 л/га)	2021–2022	11,2	2,8	13,5	430,4
Декстер турбо, СЭ (0,2 л/га)	2021–2022	11,2	2,8	13,5	430,5
Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га)	2021–2022	11,3	2,9	14,1	430,6

Во всех вариантах опыта количество семян в бобе несущественно отличалось от варианта без обработки и составляло 2,8–2,9 шт. Опрыскивание посевов культуры инсектицидами способствовало достоверному увеличению массы 1000 зерен до 7,9–9,7 г. Индивидуальная продуктивность одного растения кормовых бобов с применением препаратов достигала до 13,4–14,3 г, при массе зерна в варианте без обработки 10,7 г.

В целом в условиях 2015–2020 гг. применение инсектицидов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) в посевах кормовых бобов против клубеньковых долгоносиков позволило достоверно сохранить от 0,30–0,89 т/га зерна. В 2021 г. препараты Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) обеспечили сохранение 0,35–0,43 т/га зерна культуры. В варианте Фастак, КЭ (0,1 л/га)

сохранный урожай составил 0,14 т/га и был достоверно ниже на 0,21–0,29 т/га относительно вариантов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га), а также несущественно отличался от варианта без применения инсектицида. В 2022 г. препараты Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) позволили достоверно сохранить 0,42–0,46 т/га зерна культуры.

В среднем за исследуемые годы опрыскивание посевов кормовых бобов инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) против имаго клубеньковых долгоносиков позволило сохранить 0,27–0,64 т/га или 8,9–21,0 % зерна (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность зерна кормовых бобов при внесении инсектицидов от клубеньковых долгоносиков

Вариант	Год исследования	Урожайность, т/га	Сохраненный урожай	
			т/га	%
Без применения инсектицида	2015–2022	3,03	–	–
Биская, МД (0,3 л/га)	2015–2021	3,67	0,64	21,0
Эсперо, КС (0,15 л/га)	2015–2021	3,62	0,59	19,6
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	2015–2021	3,65	0,62	20,4
Фастак, КС (0,1 л/га)	2015–2021	3,51	0,48	15,8
Аркуэро, КС (0,04 л/га)	2021–2022	3,30	0,27	8,9
Аркуэро, КС (0,06 л/га)	2021–2022	3,34	0,31	10,1
Декстер турбо, СЭ (0,2 л/га)	2021–2022	3,31	0,28	9,1
Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га)	2021–2022	3,33	0,30	9,9

Оценка энтомологической ситуации в агроценозе кормовых бобов показал, что в отдельные годы особый вред растениям культуры наносила бобовая тля. В этой связи, с учетом разработанного порога вредоносности фитофага была проведена оценка эффективности инсектицидов.

Установлено, что в 2015 г. бобовая тля заселяла посевы культуры с фазы начало стеблевания (код ВВСН 31), перед обработкой в фазе начало бутонизации (код ВВСН 51) инсектицидами численность составляла 22,1–22,3 особи/растение. Опрыскивание посевов культуры препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) обеспечило снижение численности фитофага на третьи сутки – на 85,2–89,1 %, на седьмые – на 59,8–61,2 % и на четырнадцатые – на 47,1–52,1 %.

В сложившихся условиях 2016–2018 гг. численность имаго бобовой тли перед обработкой не превышала 1,9–2,4 особей/растение, в этой связи опрыскивание посевов испытуемыми препаратами было нецелесообразным.

В 2019 гг. заселение посевов кормовых бобов начиналось в фазе стеблевания (код ВВСН 31) и к фазе начало бутонизации (код ВВСН 51), численность достигла 11,5–11,8 особей/растение, что предопределило необходимость внесения препаратов согласно схеме опыта. Выявлено, что обработка посевов инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) позволило получить биологическую эффективность на третьи сутки – 87,3–88,4 %, на седьмые сутки – 66,5–67,3 %, на четырнадцатые – 43,6–48,6 %.

В 2020–2021 гг. при прохладных погодных условиях на ранних этапах роста и развития культуры, бобовая тля заселяла растения в фазе начало цветения (код ВВСН 61) и к середине данной фазы (код ВВСН 65–66) ее численность достигла порогового значения. Выявлено, что опрыскивание растений инсектицидами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) обеспечило снижение численности имаго бобовой тли на третьи сутки – на 85,3–91,7 %, седьмые – на 67,8–71,3 % и на четырнадцатые – на 41,3–59,1 %.

В целом за испытываемые годы опрыскивание посевов кормовых бобов против имаго бобовой тли препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га), обеспечило биологическую эффективность на третьи сутки – 87,0–88,2 %, на седьмые – на 66,0–66,8 % и на четырнадцатые – на 48,1–49,2 % (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицидов от бобовой тли в посевах кормовых бобов в среднем за 2015, 2019–2021 гг.

Вариант	Численность имаго перед обработкой, особей/растение	Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицидов, %		
		3 день	7 день	14 день
Без применения инсектицида	14,4	11,2	5,6	3,7
Биская, МД (0,3 л/га)	14,3	88,2	66,8	49,1
Эсперо, КС (0,15 л/га)	14,3	88,1	66,1	49,2
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	14,3	88,0	66,2	48,7
Фастак, КЭ (0,1 л/га)	14,3	87,0	66,0	48,1

Примечание: * – в варианте без применения инсектицида указана численность имаго/растение

Анализ элементов структуры урожайности зерна кормовых бобов показал, что опрыскивание растений препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) против бобов тли позволила достоверно увеличить количество бобов на растении на 0,8–0,9 шт. относительно варианта без обработки (таблица 5).

Таблица 5 – Элементы структуры урожайности зерна кормовых бобов при внесении инсектицидов в защите от бобовой тли в среднем за 2015, 2019–2021 гг.

Вариант	Число бобов на растении, шт.	Число зерен в бобе, шт.	Масса зерна с растения г.	Масса 1000 зерен, г.
Без применения инсектицида	9,0	2,9	11,1	426,0
Биская, МД (0,3 л/га)	9,8	2,9	12,2	432,7
Эсперо, КС (0,15 л/га)	9,9	2,9	12,4	432,8
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	9,9	2,9	12,3	432,9
Фастак, КС (0,1 л/га)	9,8	2,9	12,2	432,7

Число зерен в бобе во всех вариантах опыта составляла 2,9 шт. и несущественно отличалось от варианта без применения инсектицида. Масса 1000 зерен в вариантах с обработкой посевов достоверно увеличивалась на 6,7–6,9 г. Индивидуальная продуктивность одного растения кормовых бобов с применением препаратов достигала до 12,2–12,4 г, при массе зерна в варианте без обработки 11,1 г.

В целом, применение инсектицидов Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га) в посевах кормовых бобов против бобовой тли в 2015, 2019–2021 гг. позволило достоверно сохранить от 0,33 до 0,47 т/га зерна. В среднем за исследуемые годы сохраненный урожай зерна культуры в вариантах с применением вышеизложенных инсектицидов составил 0,35–0,38 т/га или 10,9–11,6 % (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность зерна кормовых бобов при внесении инсектицидов от бобовой тли в среднем за 2015, 2019–2021 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Сохраненный урожай	
		т/га	%
Без применения инсектицида	3,23	–	–
Биская, МД (0,3 л/га)	3,61	0,38	11,6
Эсперо, КС (0,15 л/га)	3,59	0,36	11,1
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	3,59	0,36	11,1
Фастак, КС (0,1 л/га)	3,58	0,35	10,9

Заключение. При достижении пороговой численности имаго клубеньковых долгоносиков опрыскивание посевов кормовых бобов препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га), обеспечило биологическую эффективность на третьи сутки – 87,5–91,8 %, на седьмые – на 59,9–70,9 % и на четырнадцатые – на 42,1–54,2 %, снизило поврежденность растений до 0,5–1,2 %, при поврежденности в варианте без обработки 21,6 %. Это позволило достоверно сохранить 0,27–0,64 т/га за счет увеличения количества бобов на растении на 2,1–2,6 шт. и массы 1000 зерен на 7,9–9,7 г. относительно варианта без обработки.

Опрыскивание посевов кормовых бобов при достижении пороговой численности имаго бобовой тли препаратами Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га) и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) обеспечило биологическую эффективность на третьи сутки – 88,0–88,2 %, на седьмые – на 66,1–66,8 % и на четырнадцатые – на 48,1–49,2 %, что позволило достоверно сохранить 0,36–0,38 т/га зерна культуры за счет большего формирования бобов на растении и массы 1000 зерен.

На основании вышеизложенного, инсектициды Сиванто энерджи, КС, Аркуэро, КС, Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) и Сиванто энерджи, КС включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и разрешены для применения в посевах кормовых бобов.

Список литературы

1. Jaworska, M. Potential of non-chemical control of broad bean (*Vicia faba* L.) against pests / M. Jaworska // Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin. – Poznan, 2004. – Vol. 44, № 2. – P. 755–757.
2. Dietych-Szostak, D. Wpływ uszkodzeń powodowanych przez owady z rodziny Bruchidae na zawartość wybranych metabolitów wtórnych w nasionach bobiku i grochu / D. Dietych-Szostak, I. Matlosz, W. Oleszek // Progress in plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin. – Poznan, 2002. – Vol. 42, № 2. – P. 706–708.
3. Ropek, D. Pest control in organic cultivation of faba bean / D. Ropek, B. Kulig // Progress in plant protection / Progress in plant protection / Postępy w Ochronie Roślin. – Poznan, 2010. – Vol. 50, № 1. – P. 170–174.
4. Спахов, С. В. Вредители сои и кормовых бобов в условиях лесостепи Воронежской области и приемы ограничения их численности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / С. В. Спахов ; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж, 2004. – 28 с.
5. Экологический мониторинг энтомокомплекса кормовых бобов в северной лесостепи Приобья / Е. Ю. Мармулева [и др.] // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 3 (101). – С. 51–56.
6. Давыдова, Н. В. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов кормовых бобов в лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Н. В. Давыдова. – Новосибирск, 2012. – 128 л.
7. Бойко, С. В. Видовой состав вредителей и болезней кормовых бобов в Беларуси / С. В. Бойко, А. А. Запрудский // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45- летию со дня организации РУП «Ин-т защиты растений» (Минск – Прилуки, 17–19 мая 2016 г.) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл.ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 329–332.
8. Вредоносность фитофагов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 31–35.
9. Отраслевой регламент возделывания кормовых бобов на семена. Типовые технологические процессы / А. А. Запрудский [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных и кормовых растений: сб. отраслевых регламентов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2022. – С. 130–136.
10. 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. – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 320 с.

11. 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.

12. Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46.

13. Запрудский, А. Система защиты кормовых бобов в условиях Беларуси / А. Запрудский, А. Яковенко, Е. Белова // Белорусское сел. хоз-во. – 2020. – № 2 (214). – С. 78–80.

14. Кормовые бобы: защищаем от вредителей и сорных растений / А. Запрудский [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. – 2021. – № 4 (228). – С. 123–125.

15. Запрудский, А. А. Защита кормовых бобов от доминантных вредителей в Республике Беларусь / А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, А. М. Яковенко // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию = Plant protection in the transition to precision farming : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Ин-т защиты растений» (г. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 125–127.

A.A. Zaprudsky, D.F. Privalov

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

PROTECTION OF BROAD BEANS AGROCENOSIS AGAINST PHYTOPHAGS IN BELARUS

Annotation. The paper presents the summary of the studies on assessing the efficiency of insecticides application against dominant phytophags in broad beans agrocenosis. It was identified that spraying the crops with insecticides from various chemical groups against bean weevils provided the reduction of their number up to 87,5–91,8 %, plant damage up to 0,5–1,2 %, which enabled to save 0,27–0,64 t/ha due to the increase of the number of pods per plant by 2,1–2,6 pcs and a 1000-grain weight by 7,9–9,7 g in relation to the variant without treatment. Against bean aphids imago, the biological efficiency was 88,0–88,2 %, which contributed to saving 0,36–0,38 t/ha of grain due to a greater pod formation on the plant and a 1000-grain weight.

Key words: broad beans, pests, biological, economic efficiency, saved harvest.

Н.Е. Колтун, Е.В. Савостьяник

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ИНСЕКТОАКАРИЦИДА НОРИЛ, КЭ ПРОТИВ КОМПЛЕКСА ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ЯБЛОНЕ

Дата поступления статьи в редакцию: 19.06.2023

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

Аннотация. Установлено, что применение препарата Норил, КЭ (д.в. циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л) на яблоне показало высокую эффективность против доминантных видов фитофагов. При использовании препарата в нормах расхода 1,3 и 1,5 л/га численность розанной листовертки снизилась на 100 %, яблонно-подорожниковой тли – на 94,0–96,6 %, красного плодового клеща – на 83,5–86,7 %, поврежденность листьев яблонной молью-пестрянкой к концу вегетации – на 85,1–86,9 %, поврежденность плодов яблонной плодовой тлей к периоду уборки урожая – на 90,2–91,9 %. Двукратное применение препарата Норил, КЭ против комплекса фитофагов позволило сохранить 8,3–9,1 кг/ дерево стандартной продукции.

Ключевые слова: яблоня, вредители, двухкомпонентный инсектоакарицид, биологическая эффективность.

Введение. В Республике Беларусь яблоня является основной плодовой культурой, площади которой занимают около 100,0 тыс. га. Получение ежегодных стабильно высоких урожаев плодов отличного качества является одной из задач промышленного садоводства.

В последние десятилетия в садах яблони отмечается устойчиво высокий уровень численности вредителей. Состав фитофагов, повреждающих яблоню, разнообразен и отличается по образу жизни, характеру нанесения вреда, усугубляя фитосанитарную ситуацию тем, что вредители присутствуют в саду во все фазы развития яблони [5].

В последние годы в Беларуси в промышленных яблоневых садах усиливается вредоносность сосущих вредителей (клещи, тли) и вредителей генеративных органов (яблонная плодовая тля, яблонный цветоед, яблонный плодовой пилильщик) [5, 6].

До сих пор основным методом защиты растений от вредителей является химический. Несмотря на расширение ассортимента средств защиты растений на яблоне, перечень действующих веществ монокомпонентных препаратов остается неизменным, что усложняет проведение защитных мероприятий, ввиду снижения их эффективности, а при отсутствии защитных мероприятий потери урожая яблок могут достигать 80 %.

В то же время систематическое использование химических средств может способствовать снижению чувствительности вредителей к ним и формированию резистентности [4, 8].

В связи с этим в настоящее время стало актуальным комбинировать в одном препарате два действующих вещества, что позволяет снизить риск приобретения резистентности и увеличить продолжительность действия препарата на вредный организм.

В связи с вышеизложенным, целью настоящих исследований являлось изучение эффективности двухкомпонентного комбинированного инсектоакарицида из химических групп фосфорорганические соединения и пиретроиды на снижение численности доминирующих вредителей яблони.

Методика и место проведения исследований. Оценка фитосанитарного состояния насаждений осуществлялась по общепринятым методикам [2]. Учеты численности фитофагов в вегетационный период 2022 г. проводили с периодичностью 3-7 дней, начиная с фазы «конец цветения - образование завязи». Численность листогрызущих гусениц определяли путем осмотра 2 м ветвей с каждого учетного дерева; клещей - путем просмотра под биноклем и подсчетом имаго и личинок на 100 листьях. Заселенность яблони тлей определяли отношением количества заселенных побегов к общему количеству осмотренных побегов. Вредоносность яблонной плодовой гнили оценивали по количеству поврежденных плодов из 100 осмотренных на каждой повторности опыта, как в падалице, так и в кроне. Количество листьев, поврежденных минирующими молями, подсчитывали путем осмотра 100 листьев на модельном дереве [7].

Оценку эффективности двухкомпонентного инсектоакарицида Норил, КЭ (циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л) против комплекса вредителей яблони проводили в СХФ «Клецкий» Клецкого района Минской области в полевых опытах. Инсектицид применяли ранцевым мотоопрыскивателем «SOLO-451». Норма расхода рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. Повторность опыта – 4-х кратная.

Учеты снижения численности вредителей и поврежденности листьев и плодов на вариантах опыта проводили по общепринятой методике: тли, клещи, листогрызущие вредители – до обработки, на 3-е, 7-е и 14-е сутки после обработки; яблонная моль-пестрянка – до обработки, через 1, 2 и 3 месяца после обработки; яблонная плодовая гниль – перед обработкой, после появления падалицы плодов с периодичностью 7 дней и во время уборки [7].

Опрыскивание яблоневого сада против комплекса вредителей проводили двукратно по следующей схеме:

Вариант 1. Контроль (без применения препарата);

Вариант 2. Нурелл Д, КЭ (д.в. циперметрин, 50 г/л + хлопирифос, 500 г/л) – 1,5 л/га (эталон);

Вариант 3. Норил, КЭ – 1,3 л/га;

Вариант 4. Норил, КЭ – 1,5 л/га.

Условия проведения исследований. Погодные условия вегетационного периода 2022 г. были сложными, однако в целом благоприятными для развития фитофагов на яблоне. Зима 2022 г., когда среднемесячные температуры воздуха были на 2-4 °С выше нормы, была благоприятной для перезимовки плодовых культур. В марте отмечено колебание температур по декадам, с потеплением на 1,3 °С выше нормы в третьей декаде. В апреле преобладала холодная и дождливая погода. Среднесуточная температура воздуха за месяц составила +4,5 °С, что на 3,3 °С ниже нормы. Осадков выпало почти в три раза выше средних многолетних значений (119,4 мм). Переход среднесуточных температур через +5 °С отмечен 20 апреля. В таких условиях вегетация яблони началась только в середине апреля, что на 2 недели позже средних многолетних значений. Май также был холодным и дождливым. Средняя температура воздуха за месяц составила +10,8 °С, что холоднее обычного на 2,6 °С, осадков выпало 87,0 мм (134 %). В таких условиях период бутонизации у яблони и сроки выхода фитофагов из зимовки были растянуты почти на месяц. В Клецком районе Минской области на яблоне сорта Заславское обнажение бутонов (ВВСН 55) было отмечено 26 апреля, а начало цветения (ВВСН 61) зафиксировано только 20 мая, т.е. через 25 дней. Лето также началось с прохладной погоды, среднемесячная температура воздуха была в пределах нормы, что способствовало развитию сосущих вредителей. В первой и третьей декадах июня отмечен дефицит осадков. Погода в июле и августе была преимущественно жаркой, со значительным дефицитом осадков. Сумма осадков была значительно ниже средних многолетних значений и в июле составила 86,2 мм, в августе – 19,8 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Первая обработка, проведенная 31 мая, была направлена против гусениц листоверток (с преобладанием розанной (*Cacoecia rosana* L.), личинок красного плодового клеща (*Metatetranychus ulmi* Koch.), тлей (преобладала яблонно-подорожниковая *Dysaphis plantaginea* Pass.).

В период проведения опрыскивания (31.05) гусеницы розанной листовертки в основном находились в первом - втором возрасте. Численность вредителя в среднем на 2 метра ветвей перед обработкой составляла от 6,1 до 6,7 особей (таблица 1). Через 3 дня после опрыскивания гибель гусениц в вариантах опыта колебалась от 91,9 % (Нурелл Д, КЭ) до 96,7 % (Норил, КЭ – 1,5 л/га). Через 7 дней эффективность препарата Норил, КЭ составила 96,5 – 100 %, через 14 дней – на всех вариантах достигла 100 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против розанной листовертки на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт Заславское, полевой опыт. Дата обработки 31.05. 2022 г.)

Вариант	Численность гусениц, в среднем на 2 м ветвей				Снижение численности, %		
	до обработки, 31.05	после обработки, суток			03.06 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)
		03.06 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)			
Без обработки	6,7	6,5	6,3	6,4	-	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	6,4	0,5	0,2	0,0	91,9	96,8	100
Норил, КЭ – 1,3 л/га	6,1	0,4	0,2	0,0	93,2	96,5	100
Норил, КЭ – 1,5 л/га	6,2	0,2	0,0	0,0	96,7	100	100
НСР ₀₅	1,23	1,05	1,42	-	-	-	-

Оценку эффективности препарата Норил, КЭ против яблонно-подорожниковой тли проводили по снижению численности и поврежденности вредителем побегов яблони. Численность личинок и самок-основательниц тли перед проведением опрыскивания (31 мая) составляла от 2,8 до 3,4 особей в среднем на розетку при 10,0 % заселенных розеток. Через 3 дня после обработки эффективность препарата Норил, КЭ составила 80,5–86,2 %, через 7 и 14 дней на фоне увеличения численности вредителя в контрольном варианте эффективность возросла до 94,0–96,6 %. Через 21 день после опрыскивания заселенность побегов яблони яблонно-подорожниковой тлей была снижена на 88,0–89,1 %, при заселенности в контроле 28,4 % (таблица 2).

Таблица 2 - Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против яблонно-подорожниковой тли на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт Заславское, полевой опыт. Дата обработки 31.05.2022 г.)

Вариант	Численность тли, в среднем на 1 побег				Заселено побегов, % (21.06)	Снижение			
	до обработки, 31.05	после обработки, суток				численности тлей, %			заселенности побегов, % (21.06)
		03.06 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)		03.06 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)	
Без обработки	2,9	3,7	4,1	7,6	28,4	-	-	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	2,8	0,7	0,4	0,9	4,1	80,4	89,9	87,7	85,6
Норил, КЭ – 1,3 л/га	3,2	0,8	0,6	0,5	3,4	80,5	86,7	94,0	88,0
Норил, КЭ – 1,5 л/га	3,4	0,6	0,5	0,3	3,1	86,2	89,6	96,6	89,1
НСР ₀₅	0,94	1,05	1,18	2,04	3,23	-	-	-	-

Эффективность препарата Норил, КЭ колебалась по датам учетов от 80,5 (через 3 суток) до 89,6 % (7 суток после обработки), что было на уровне эталона.

Биологическую эффективность препарата Норил, КЭ против красного плодового клеща рассчитывали по снижению численности фитофага на 3-и, 7-е и 14-е сутки после обработки. Опрыскивание было проведено 31 мая в фенофазу яблони «образование завязи» после полного отрождения личинок клеща из перезимовавших яиц. Перед опрыскиванием численность фитофага на вариантах опыта достигала 5,2 – 5,6 особей в среднем на лист. Через 3 дня после обработки гибель клещей на опытных вариантах составила 96,4–96,6 %. Через 7 и 14 дней, на фоне некоторого подъема численности клещей в контрольном варианте, отмечено снижение эффективности препарата Норил, КЭ до 83,5 % и 86,7 %. Эффективность препарата Нурелл, Д (эталон) была на уровне изучаемого препарата и колебалась по датам учетов от 80,4 до 94,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против красного плодового клеща на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт Заславское, полевой опыт. Дата обработки 31. 05. 2022 г.)

Вариант	Количество клещей, в среднем на 1 лист				Снижение численности клещей относительно исходной по дням учетов с поправкой на контроль, %		
	до обработки, 31.05	после обработки, суток			03.06 6 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)
		03.06 (3)	07.06 (7)	14.06 (14)			
Без обработки	5,2	5,4	6,6	7,0	-	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	5,3	0,3	0,6	1,4	94,5	91,1	80,4
Норил, КЭ – 1,3 л/га	5,4	0,2	0,5	1,2	96,4	92,7	83,5
Норил, КЭ – 1,5 л/га	5,6	0,2	0,3	1,0	96,6	95,8	86,7
НСР ₀₅	2,27	0,94	1,21	1,54	-	-	-

Вторая обработка, направленная против яблонной плодовой жоржки (*Carpocapsa pomonella* L.) и яблонной моли-пестрянки (*Lithocolletis blancardella* Fbr.), была проведена 28 июня в фенофазу яблони «грецкий орех».

Биологическую эффективность препарата Норил, КЭ против яблонной плодовой жоржки оценивали по поврежденности плодов фитофагом в период их роста и созревания, а также в урожае. Для наблюдений за сроками и интенсивностью лёта яблонной плодовой жоржки на опытном участке в период цветения яблони (26.05) были вывешены феромонно-клеевые ловушки. По результатам учетов установлено, что лёт бабочек вредителя начался после цветения яблони (31.05). Период максимального лёта перезимовавших бабочек вредителя, когда в среднем на одну ловушку за неделю отлавливали от 16,5 до 30 бабочек, отмечался с 7 июня по 26

июля. Максимальное количество бабочек плодовой яблони было отловлено на феромонно-клеевые ловушки 21 июня и в это же время в кроне деревьев появились первые поврежденные вредителем плоды.

Поврежденность плодов гусеницами яблонной плодовой яблони после обработки в период роста плодов учитывали трехкратно, начиная со времени появления первой падалицы (18.07, 16.08, 23.08) и однократно в урожае (06.09). Поврежденность плодов на контрольном варианте в период роста плодов составляла 3,5–6,5 %, в период их созревания достигала 10,5 %, к периоду уборки урожая составляла 17,3 %. Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против яблонной плодовой яблони через 20 дней после применения составила 85,7–88,6 % (таблица 4). По мере созревания плодов, в условиях не благоприятных для развития второго поколения яблонной плодовой яблони, эффективность применения средства защиты постепенно повысилась до 89,5–90,5 %, и к периоду уборки урожая оставалась на том же уровне (90,2–91,9 %). Эффективность препарата Норил, КЭ была на уровне эталона.

Таблица 4 - Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против яблонной плодовой яблони на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт Заславское, полевой опыт. Дата обработки 28. 06. 2022 г.)

Вариант	Количество поврежденных плодов по датам учетов, %				Снижение поврежденности, %			
	рост и созревание плодов			урожай	рост и созревание плодов			урожай
	18.07	16.08	23.08		18.07	16.08	23.08	
Без обработки	3,5	6,5	10,5	17,3	-	-	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	0,5	0,7	1,8	2,0	85,7	89,2	82,9	88,4
Норил, КЭ – 1,3 л/га	0,5	0,6	1,1	1,7	85,7	90,8	89,5	90,2
Норил, КЭ – 1,5 л/га	0,4	0,4	1,0	1,4	88,6	93,8	90,5	91,9
НСР ₀₅	1,74	1,49	1,14	2,18	-	-	-	-

Эффективность препарата Норил, КЭ против яблонной моли-пестрянки оценивали по поврежденности листьев вредителем трехкратно: через один, два и три месяца после опрыскивания, ориентировочно после завершения развития гусениц первого, второго и третьего поколений фитофага. В условиях сухого, жаркого лета, чрезвычайно благоприятных для развития минирующих молей, эффективность изучаемого препарата на протяжении двух месяцев после применения составляла 80,5–84,0 % (таблица 5). Учет, проведенный через три месяца после опрыскивания (15.09) показал, что поврежденность листьев гусеницами яблонной моли-пестрянки в контрольном варианте достигла 38,4 %, на обработанных составила 5,0–5,7 %, т.е. к концу вегетации эффективность применения препарата Норил, КЭ в нормах расхода 1,3 и 1,5 л/га была на уровне 85,1 % и 86,9 % соответственно.

Таблица 5 - Биологическая эффективность препарата Норил, КЭ против яблонной моли - пестрянки на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт Заславское, полевой опыт. Дата обработки 28.06.2022 г.)

Вариант	Повреждено листьев молью-пестрянкой после обработки, %			Снижение поврежденности, %		
	21.07	18.08	15.09	21.07	18.08	15.09
Без обработки	12,5	26,7	38,4	-	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	2,1	4,9	6,5	83,2	81,6	83,1
Норил, КЭ – 1,3 л/га	2,4	5,2	5,7	80,8	80,5	85,1
Норил, КЭ – 1,5 л/га	2,0	4,6	5,0	84,0	82,8	86,9
НСР ₀₅	1,24	2,16	2,48	-	-	-

Оценка съемного урожая, проведенная во время уборки 6 сентября, показала, что по вариантам опыта отмечены существенные различия по количеству и качеству урожая плодов. На вариантах применения инсектицида Норил, КЭ, по сравнению с контролем, общий урожай плодов выше на 6,9–7,3 кг/дерево, а величина сохраненной стандартной продукции – на 8,3–9,1 кг/ дерево (таблица 6).

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность двукратного применения инсектицида Норил, КЭ против комплекса вредителей на яблоне (СХФ «Клецкий», Клецкий район, Минская область, сорт яблони Заславское, полевой опыт. Даты обработок – 31.05 и 28.06. 2022 г.)

Вариант	Вес плодов, кг/ дерево		Сохраненный урожай плодов по сравнению с контролем, кг/дерево	
	всего	стандарт	всего	стандарт
Без обработки	29,9	27,8	-	-
Нурелл Д, КЭ – 1,5 л/га (эталон)	36,4	35,8	6,5	8,0
Норил, КЭ – 1,3 л/га	36,8	36,1	6,9	8,3
Норил, КЭ – 1,5 л/га	37,2	36,9	7,3	9,1
НСР ₀₅	3,18	4,07	-	-

Заключение. Применение препарата Норил, КЭ на яблоне в нормах расхода 1,3 и 1,5 л/га, против гусениц розанной листовёртки, яблонной моли-пестрянки, яблонной плодовой жорки, личинок и имаго яблонно-подорожниковой тли и красного плодового клеща в периоды оптимальные для развития фитофагов, в полевых опытах показало высокую эффективность. На 14-е сутки после обработки численность розанной листовёртки снизилась на 100 %, яблонно-подорожниковой тли – на 94,0–96,6 %, красного плодового клеща – на 83,5–86,7 %, поврежденность листьев яблонной молью-пестрянкой к концу вегетации – на 85,1–86,9 %, поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой к периоду уборки урожая – на 90,2–91,9 %. Двукратное применение препарата

Норил, КЭ против комплекса фитофагов позволило сохранить 8,3–9,1 кг/дерево стандартной продукции плодов.

На основании полученных в 2022 г. результатов препарат Норил, КЭ (циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л) в целях расширения сферы применения по культурам включен в «Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты яблони от комплекса фитофагов в нормах расхода 1,3–1,5 л/га.

Список литературы

1. Алейникова, Н. В. Экологизация систем защиты семечкового сада на юге Украины в меняющихся условиях внешней среды / Н. В. Алейникова, Е. С. Галкина / Научные труды СКЗНИИСиВ. – 2015. – Т. 8. – С. 189–199.
2. Алехин, В. Т. Контроль фитосанитарного состояния садов и виноградников / В. Т. Алехин, А. В. Ермаков, В. И. Черкашин // Защита и карантин растений. – 1998. – № 2. – С. 54–57.
3. Захаренко, В. А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестн. защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 3–17.
4. Интегрированная защита растений (плодовые, ягодные культуры и виноград) / Под общ. ред. Э. А. Пикушовой. – Краснодар, 2015. – 298 с.
5. Эффективность инсектоакарицида Крафт, ВЭ против сосущих вредителей в семечковых садах / Н. Е. Колтун [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 2 (105). – С. 32–35.
6. Колтун, Н. Е. Вредители сада / Н. Е. Колтун. – Минск : Красико-Принт, 2017. – 24 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. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2009. – 320 с.
8. Прогноз изменения численности вредных организмов / С. Е. Головин [и др.] ; под ред. С. Е. Головина. – М. : Коломенская тип., 2006. – 116 с.

N.E. Koltun, E.V. Savostyanik

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

EFFICIENCY OF TWO-COMPONENT INSECTOACARICIDE NORIL, EC AGAINST A COMPLEX OF PESTS ON AN APPLE TREE

Annotation. It has been established that the double use of Noril, EC on the apple tree showed high efficiency against dominant species of phytophages. When using the drug at consumption rates of 1,3 and 1,5 l/ha, the number of rose leafworm decreased by 100 %, apple-psyllium aphids – by 94,0–96,6 %, red fruit mites – by 83,5–86,7 %, damage to leaves by miner moth by the end of the growing season – by 85,1–86,9 %, damage to fruits by apple codling moth by the harvesting period – by 90,2–91,9 %. Double use of the drug Noril, CE against a complex of phytophages allowed to save 8,3–9,1 kg/ tree of standard products.

Key words: apple tree, pests, two-component insectoacaricide, biological effectiveness.

*А.А. Лобко, И.Г. Волчкевич, С.И. Романовский, О.И. Косыхина
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ОГРАНИЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В АГРОЦЕНОЗАХ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.05.2023

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация. Приведены результаты многолетних исследований по изучению эффективности инсектицидов различных химических групп против комплекса чешуекрылых вредителей для оптимизации энтомологической ситуации в производственных посадках капусты белокочанной в Республике Беларусь. Установлено, что инсектициды на основе хлоратранилипрола и тетранилипрола могут обеспечивать длительный (до 28 суток) и высокий (до 100 %) защитный эффект против чешуекрылых вредителей капусты. Препараты Авант, КЭ и Проклэйм, ВРГ показывают эффективность до 100 % при исходной численности гусениц фитофагов близкой к ЭПВ и некотором его превышении. Использование изучаемых инсектицидов способствует сохранению от 21,0 % до 42,0 % урожайности.

Ключевые слова: капуста белокочанная, вредители, капустная моль, капустная совка, репная белянка, инсектициды, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность.

Введение. Большую опасность для капусты представляют специализированные вредители отряда чешуекрылые (*Lepidoptera*): капустная моль (*Plutella xylostella* L.), капустная совка (*Mamestra brassicae* L.), капустная (*Pieris brassicae* L.) и репная (*P. rapae* L.) белянки. Каждый из этих видов насекомых способен наносить ущерб растениям капусты начиная с ранних стадий онтогенеза вплоть до сбора урожая. Особенно опасный период заселения капусты фитофагами – фаза листовой мутровки – технической спелости кочана (ВВСН 16–49) [2].

Вредоносность чешуекрылых на капусте за последние 10–15 лет обрела новую силу в связи с увеличением посевных площадей рапса наряду с потеплением климата и, в некоторых случаях, нарушением регламентов возделывания сельскохозяйственных культур. В результате наблюдается тенденция нарастания численности фитофагов, а вместе с тем закономерно повышается наносимый культуре ущерб [1, 10].

На сегодняшний день, по нашим данным в отдельные годы экономическое значение чешуекрылых вредителей в посадках капусты кочанной выражается потерями до 70 % товарной продукции что обуславливает необходимость проведения своевременных защитных мероприятий [2].

Актуальный ассортимент рекомендованных «Государственным реестром средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» инсектицидов регулярно пополняется и на сегодня представлен 20 торговыми наименованиями, в том числе за счет токсикантов, обладающих принципиально новыми механизмами воздействия на популяции вредителей [3]. Отмечается увеличение доли препаратов из химических групп антрониламидов, оксадиазинов и ингибиторов синтеза хитина. Ввиду широкого разнообразия формуляций порой сложность заключается в построении эффективной интегрированной системы защиты на фоне обоснования выбора и целесообразности их применения в сложившейся энтомологической ситуации. Так, например, степень проявления инсектицидной активности препаратов на основе ингибиторов синтеза хитина часто зависит от возрастной стадии развития гусениц каждого конкретного вида. Вместе с тем, личинки старших возрастов, у которых практически завершены ростовые процессы, характеризуются меньшей чувствительностью к данной группе токсикантов [9]. Высокую эффективность в защите посадок капусты кочанной против комплекса чешуекрылых вредителей демонстрируют препараты, обладающие овицидным и стерилизующим действием. Согласно нашим наблюдениям, применение таких инсектицидов при массовом развитии фитофагов, когда в популяциях преобладают преимущественно гусеницы младших возрастов может способствовать гибели капустной моли, капустной совки и репной белянки на уровне 97,0–100 %. Широкое использование в промышленных посадках культуры получили препараты из группы диамидов, в состав которых входит хлорантранилипрол [9]. В настоящее время происходит пополнение ассортимента инсектицидов данного химического класса за счет включения в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» токсикантов на основе тетранилипрола [3]. Периодическое количественное и качественное обновление перечня актуальных препаратов предполагает необходимость определения их места в стратегии контроля численности чешуекрылых фитофагов в промышленных посадках капусты кочанной. Исходя из этого, целью работы было оценить эффективность средств защиты растений против комплекса чешуекрылых вредителей капусты белокочанной.

Материалы и методы исследования. Исследования по изучению эффективности средств защиты растений против фитофагов из отряда *Lepidoptera* проведены в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в 2020–2022 гг. на гибридах капусты белокочанной Агрессор (2020–2021 гг.) и Зенон (2022 г.). Вид опыта – мелкоделя-

ночный, расположение делянок рендомезированное, площадь опытной делянки 20 м².

В опытах проведена оценка эффективности инсектицидов: Волиам Тарго, СК (абамектин, 18 г/л + хлорантранилипрол, 45 г/л), Кораген, КС (хлорантранилипрол, 200 г/л), Вайего, КС (тетранилипрол, 200 г/л), Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л + хлорантранилипрол 100 г/л), Авант, КЭ (индоксакарб, 150 г/л) и Проклэйм, ВРГ (эмаектин бензоат, 50 г/кг). Первое опрыскивание препаратами проведено при достижении ЭПВ гусеницами капустной моли [8].

Учет численности чешуекрылых вредителей проводился на 20 учетных растениях, расположенных в двух центральных рядах в каждой повторности. Закладка опыта проводилась согласно методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, радентицидов и феромонов в сельском хозяйстве [6, 7].

Результаты и обсуждение. На фоне высокого потенциала развития чешуекрылых фитофагов, важная роль в регуляции их численности отводится планированию и проведению защитных мероприятий.

Широкое применение и ежегодное увеличение доли препаратов группы диамидов рекомендованных для оптимизации фитосанитарной ситуации в посадках капусты кочанной в Республике Беларусь способствовало началу проведения наших исследований, направленных на уточнение биологической эффективности инсектицидов на основе хлорантранилипрола и перспективности использования других токсикантов относящихся к данному химическому классу. Таким образом, в вегетационном сезоне 2020 г. на гибриде Агрессор осуществляли двукратное применение препаратов Волиам Тарго, СК и Вайего, КС.

При исходной численности гусениц чешуекрылых вредителей в пределах экономического порога вредоносности в течение 28-и дней после первой и 14-и дней после повторной обработок, биологическая эффективность инсектицида Кораген, КС в норме расхода 0,2 л/га против капустной моли была на уровне 70,0–100 %, капустной совки – 60,0–100 %, репной белянки – 73,4–97,5 %.

Несколько более высокую начальную активность в контроле капустной совки – 87,5 % и репной белянки – 100 % отмечали в вариантах с двукратным применением препарата Волиам Тарго, КС (0,8 л/га), что вероятно было обусловлено относительно меньшей исходной численностью гусениц фитофагов. Использование данного инсектицида в период наблюдений позволило сдерживать плотность гусениц капустной моли на 60,0–95,0 %. Диапазон биологической эффективности препарата в отношении капустной совки и репной белянки был выше и варьировал в пределах 71,4–100 % и 80,0–100 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов против комплекса чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокочанной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», Агрессор F_1 , 2020 г.)

Вариант	Норма расхода (л/га)	Средняя численность до обработки, экз./растение	Снижение численности, % на день наблюдений после обработки								
			первой					второй			
			3	7	14	21	28	3	7	14	
Капустная моль											
Без обработки*	–	0,4	0,7	0,7	1,6	1,4	0,8	0,4	0,1	0,09	
Волиам Тарго, СК	0,8	0,4	71,4	94,3	95,0	92,8	75,0	75,0	60,0	88,9	
Кораген, КС	0,2	0,5	71,4	91,4	95,0	85,7	75,0	90,0	70,0	100	
Вайего, КС	0,15	0,4	88,6	94,3	97,5	100	87,5	92,5	100	100	
Вайего, КС	0,25	0,4	90,0	95,7	98,7	100	98,7	100	100	100	
Капустная совка											
Без обработки*	–	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,2	0,2	0,4	0,4	
Волиам Тарго, СК	0,8	0,2	87,5	91,7	91,4	71,4	95,0	100	97,5	90,0	
Кораген, КС	0,2	0,4	62,5	66,7	91,4	91,4	60,0	85,0	97,5	100	
Вайего, КС	0,15	0,2	88,8	100	91,4	87,1	100	100	100	100	
Вайего, КС	0,25	0,1	98,8	100	100	85,7	100	100	100	100	
Репная белянка											
Без обработки*	–	0,01	0,05	0,4	0,7	1,7	1,5	0,9	0,7	0,4	
Волиам Тарго, СК	0,8	0,01	100	100	95,7	96,5	80,0	94,5	91,4	97,5	
Кораген, КС	0,2	0,08	80,0	92,5	94,3	96,5	73,4	88,9	91,4	97,5	
Вайего, КС	0,15	0,09	100	92,5	91,4	98,2	73,4	91,2	92,9	100	
Вайего, КС	0,25	0,06	100	97,5	95,7	96,5	93,4	95,6	94,3	100	

Примечание – (*) средняя численность гусениц экз./растение.

Достаточной начальной активностью на уровне 88,6–98,8 % против капустной моли и капустной совки и до 100 % в отношении гусениц репной белянки характеризовалось использование препарата Вайего, КС в нормах расхода 0,15 и 0,25 л/га. При этом, отмечено, что двукратное использование инсектицида в рекомендованных нормах расхода способствовало 100 % гибели гусениц капустной моли, капустной совки и репной белянки демонстрируя продолжительный (до 14–28 дней) защитный эффект на фоне исходной численности фитофагов близкой к значениям ЭПВ и выше (таблица 1).

Более поздние исследования, проведенные в условиях вегетационного сезона 2021 г. в посадках капусты белокочанной (Агрессор F_1) показали, что однократное применение препарата Кораген, КС при норме расхода 0,2 л/га, на фоне исходной численности гусениц капустной моли

1,4 экз./растение (выше ЭПВ в 4,7 раза), способствовало получению высокого (до 93,4 %) начального защитного эффекта, при снижении анализируемого критерия в течение 21-го дня после обработки до 77,3 %. В контроле капустной совки биологическая эффективность инсектицида в установленный период учетов варьировала в пределах 85,7–100 %. Для репной белянки применение препарата носило превентивный характер и в результате однократное опрыскивание растений способствовало получению защитного эффекта на уровне 71,4–97,0 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов против комплекса чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокочанной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», Агрессор F₁, 2021 г.)

Вариант	Норма расхода (л/га)	Средняя численность до обработки, экз./растение	Биологическая эффективность, % на день наблюдений после обработки				
			3	7	10	14	21
Капустная моль							
Без обработки*	–	1,56	1,5	0,63	0,73	0,61	0,53
Амплиго, МКС	0,4	1,25	91,4	95,2	93,1	77,0	39,6
Кораген, КС	0,2	1,4	93,4	96,8	93,1	91,8	77,3
Авант, КЭ	0,25	1,33	88,0	65,1	86,3	21,3	30,2
Проклэйм, ВРГ	0,3	1,36	94,0	95,2	93,1	73,8	67,9
Капустная совка							
Без обработки*	–	0,1	0,1	0,27	0,19	0,24	0,07
Амплиго, МКС	0,4	0,09	100	85,2	94,7	100	100
Кораген, КС	0,2	0,11	100	92,6	100	87,5	85,7
Авант, КЭ	0,25	0,11	100	18,5	68,4	87,5	71,4
Проклэйм, ВРГ	0,3	0,14	80,0	77,8	47,3	41,7	28,6
Репная белянка							
Без обработки*	–	0,0	0,14	0,34	0,46	0,73	0,78
Амплиго, МКС	0,4	0,0	100	100	100	94,5	82,0
Кораген, КС	0,2	0,0	71,4	97,0	95,6	95,9	73,0
Авант, КЭ	0,25	0,0	92,8	91,2	91,3	69,8	30,7
Проклэйм, ВРГ	0,3	0,0	100	88,2	95,6	76,7	10,2

Примечание – (*) средняя численность гусениц экз./растение.

Необходимо подчеркнуть, что в период проведения исследований отмечалось влияние характера развития популяций чешуекрылых фитофагов в различных погодных условиях вегетации культуры на уровень биологической эффективности изучаемых препаратов. Данная тенденция наиболее ярко была отражена на фоне естественных колебаний плотности популяций капустной моли в варианте без обработки, что способствовало получению неоднозначных результатов относительно инсектицидной активности некоторых токсикантов по завершению экспериментов (таблица 2).

Двукратное применение инсектицида Кораген, КС в посадках капусты кочанной Зенон F_1 (2022 г.) позволило снизить заселенность растений гусеницами капустной моли на 65,3–97,2 %, капустной совки 57,1 – 100 %, репной белянки в пределах 46,7–96,9 %. В целом за два года исследований (2021–2022 гг.) инсектицидная активность препарата Амплиго, МКС против капустной моли достигала 95,3 %, репной белянки 100 %. В отношении капустной совки инсектицид характеризовался высоким начальным 88,1–100 % и продолжительным (до 100 %) эффектом в течение 21 и 28 дней после однократной и двукратной обработки растений (таблица 2, 3).

Для повышения эффективности разрабатываемых систем защиты капусты кочанной против чешуекрылых вредителей целесообразным является научно обоснованная ротация препаратов относительно критериев учитывающих их химическую природу и различия в особенностях воздействия на вредные организмы. В интегрированной системе защиты данной культуры в том числе и в Республике Беларусь часто для оптимизации фитосанитарной ситуации в производственных условиях выращивания используют препараты из химических групп оксидазины и авермектины. Применение таких инсектицидов показывает достаточно высокую биологическую и хозяйственную эффективность против комплекса чешуекрылых вредителей, о чем свидетельствуют результаты исследований отечественных и зарубежных авторов. Согласно литературным данным исследователи отмечают высокую (до 100 %) биологическую эффективность препарата Авант, КЭ относящегося к химическому классу оксидазины. Из группы авермектинов фиксируют достаточную активность на уровне 92,9 % у препарата Проклэйм, ВРГ в отношении популяций чешуекрылых фитофагов в посадках капусты кочанной [4, 5].

Оценка биологической эффективности данных инсектицидов в рамках наших исследований в условиях двух вегетационных сезонов (2021–2022 гг.) показала, что в посадках капусты кочанной как после однократной обработки, так и в результате двукратного опрыскивания растений препаратом Авант, КЭ максимальный защитный эффект (до 100 %) на фоне наиболее продолжительного действия в течение 21 и 28 суток был получен против гусениц капустной совки. Предельная гибель личинок капустной моли в целом за два года достигала 88,0–96,6 %, репной белянки – 89,5–92,8 % (таблица 2, 3). В рассматриваемый период наблюдений наибольший показатель биологической эффективности препарата Проклэйм, ВРГ против гусениц всех возрастов капустной моли составлял 95,2 % (2021 г.) и 98,7 % (2022 г.). В отношении капустной совки и репной белянки в целом за два года активность изучаемого инсектицида достигала 100 % (таблица 2, 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов против комплекса чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокачанной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», Зенон F₁ 2022 г.)

Вариант	Норма расхода (л/га)	Средняя численность до обработки, экз./растение	Биологическая эффективность, % на день наблюдений после обработки										
			первой					второй					
			3	7	10	14	21	28	3	7	10	14	21
Капустная моль													
Без обработки*	–	0,75	0,83	0,67	0,58	0,33	0,76	1,7	2,12	1,46	2,29	1,48	0,75
Амплиго, МКС	0,4	0,96	53,0	62,6	72,4	93,9	78,9	62,3	75,4	83,5	92,5	95,3	94,7
Кораген, КС	0,2	0,79	77,1	70,1	65,5	72,7	85,5	65,3	76,4	90,4	94,7	97,2	96,0
Авант, КЭ	0,25	0,79	80,7	70,1	63,8	57,5	81,5	38,8	56,1	76,0	86,8	96,6	81,4
Проклэйм, ВРГ	0,3	0,69	83,1	83,5	77,6	81,8	78,9	57,0	83,0	91,7	96,1	97,3	98,7
Капустная совка													
Без обработки*	–	0,36	0,42	0,54	0,59	0,4	0,42	0,47	0,26	0,12	0,07	0,04	0,03
Амплиго, МКС	0,4	0,59	88,1	100	98,3	97,5	97,6	89,3	100	100	100	50,0	100
Кораген, КС	0,2	0,31	71,4	72,3	88,1	87,5	57,1	63,8	80,7	91,7	71,4	100	100
Авант, КЭ	0,25	0,36	73,8	100	91,5	80	83,4	91,4	73,0	83,4	85,7	100	66,7
Проклэйм, ВРГ	0,3	0,33	95,2	98,1	74,5	85,0	88,1	93,6	84,6	100	100	100	100
Репная белянка													
Без обработки*	–	0,0	0	0	0	0	0,09	0,3	0,33	0,28	0,32	0,19	
Амплиго, МКС	0,4	0,0	–	–	–	–	66,7	76,7	60,6	84,8	96,4	96,8	89,4
Кораген, КС	0,2	0,0	–	–	–	–	88,9	46,7	63,6	96,9	96,4	84,4	84,2
Авант, КЭ	0,25	0,0	–	–	–	–	55,6	66,7	48,5	66,7	67,8	87,5	89,5
Проклэйм, ВРГ	0,3	0,0	–	–	–	–	0	36,7	69,7	78,8	89,3	100	100

Примечание – (*) средняя численность гусениц экз./растение.

Согласно полученным высоким показателям биологической эффективности использование вышеперечисленных препаратов в результате снижения плотности популяций капустной моли, капустной совки и репной белянки способствовало сохранению от 21,0 % до 42,0 % урожая капусты кочанной (рисунок).

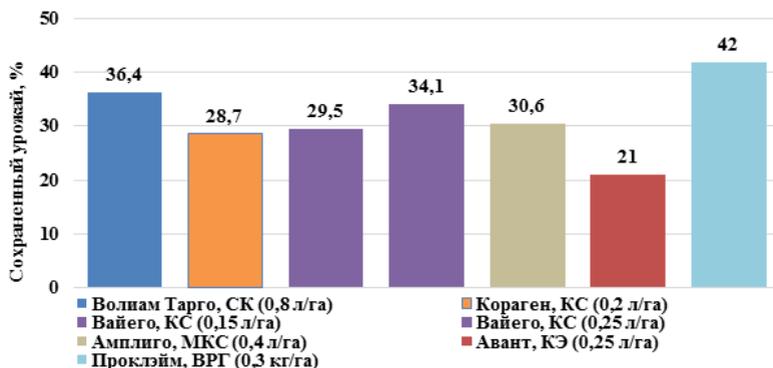


Рисунок – Хозяйственная эффективность инсектицидов в посадках капусты белокочанной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Заключение. Согласно данным полученным в условиях вегетационных сезонов 2020–2022 гг. определено, что инсектициды на основе хлоратранилипрола и тетранилипрола могут обеспечивать длительный (до 28 суток) и высокий (до 100%) защитный эффект против комплекса чешуекрылых вредителей капусты. Препараты Авант, КЭ и Проклэйм, ВРГ показывают эффективность до 100 % при исходной численности гусениц фитофагов близкой к ЭПВ и некотором превышении данного критерия. Если исходная плотность популяций чешуекрылых вредителей существенно превышает пороговое значение, то в зависимости от дальнейшей динамики развития может потребоваться повторное проведение обработки растений изучаемыми препаратами. Наибольшую хозяйственную эффективность обеспечил препарат Проклэйм, ВРГ, сохранив 42,0 % урожая.

Список литературы

1. Андреева, И. А. Капустная моль *Plutella xylostella*: эколого-биологические аспекты, вредоносность, контроль численности / И. А. Андреева, Е. И. Шаталова, А. В. Ходакова // Вестн. защиты растений. – 2021. – Т. 104, № 1. – С. 28–39.
2. Волчкевич И. Г. Капуста белокочанная (болезни, вредители, сорняки и фитосанитарные мероприятия по ограничению их вредоносности) / И. Г. Волчкевич, Ф. А. Попов, С. И. Романовский // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 5: приложение. – 28 с.

3. Государственный реестр средств защиты растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/reestr/>. – Дата доступа: 18.10.2022.

4. Изучение эффективности инсектицида Проклэйм, ВРГ на капусте белокачанной против чешуекрылых вредителей / Е. Г. Сапалева [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В. К. Пестис (отв. ред.) [и др.] ; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2015. – Т. 29 : Агрономия. – С. 125–132.

5. Кривенко, О. Р. Эффективность применения инсектицидов и их влияние на урожайность капусты в условиях КФХ «овощи Поволжья» / О. Р. Кривенко, Е. А. Колесова // Вестн. Рос. гос. аграр. заочного ун-та. – 2022. – № 41(46). – С. 40–46.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, радентицидов и феромонов в сельском хозяйстве // Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – д. Прилуки, Минский район, 2009. – 320 с.

7. Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов / под ред. В. А. Захаренко, И. Я. Гричанова. – М.; СПб.: РАСХН, 2002. – 96 с.

8. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур : справочник / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск : Колорград, 2022. – 59 с.

9. Регулирование численности чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокачанной / С. И. Романовский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 1. – С. 22–27.

10. Сельское хозяйство Республики Беларусь : Статистический буклет / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск : [б. и.], 2022. – 35 с.

A.A. Lobko, I.G. Volchkevich, S.I. Romanovsky, O.I. Kosykhina
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

LIMITATION OF THE DEVELOPMENT OF LEPIDOPTHER PESTS IN PLANTATIONS OF WHITE CABBAGE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The results of long-term research on the effectiveness of insecticides of various chemical groups against a complex of lepidopteran pests to optimize the entomological situation in the production plantings of white cabbage in the Republic of Belarus are presented. It has been established that insecticides based on chloranthraniliprol and tetaniprol can provide a long-lasting (up to 28 days) and high (up to 100%) protective effect against caterpillars of cabbage pests. The preparations Avant, CE and Proclaim, VRG show an efficiency of up to 100% with the initial number of phytophagous caterpillars close to ETH and some of its excess. The use of the studied insecticides contributes to the preservation of 21.0% to 42.0% yield.

Keywords: white cabbage, pests, *Plutella xylostella*, *Mamestra brassicae*, *Pieris rapae*, insecticides, biological efficiency, economic efficiency.

Н.В. Синчук, С.В. Буга

Белорусский государственный университет, г. Минск

ПЛОЩАДЬ МИН ЛИЧИНОК РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ ПОВРЕЖДЕННОЙ ИМИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТОПОЛЕЙ БЕРЛИНСКОГО И КАНАДСКОГО

Дата поступления статьи в редакцию: 18.09.2023

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация. Тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)); Lepidoptera: Gracillariidae) – опасный криптогенный минирующий вредитель тополей в зеленых насаждениях в Беларуси и ряде других регионов Европы и Северной Азии. Результаты определения методами компьютерной планиметрии площади отдельных мин личинок *Ph. populifoliella* выявили статистически значимые различия для личинок II–IV возрастов. Оценена относительная площадь поврежденной личинками разных возрастов (занятой минами) поверхности листовых пластинок тополей берлинского (*Populus x berolinensis* (Koch) Dippel) и канадского (*Populus x canadensis* Moench, 1785).

Ключевые слова: вредители тополя, зеленые насаждения, минирующие чешуекрылые, моли-пестрянки, ImageJ.

Введение. Тополь является древесной породой, активно использовавшейся в зеленом строительстве Беларуси в послевоенный период [1] и в настоящее время широко представленной в древесных насаждениях. Тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)) в последние десятилетия стала основным вредителем ряда видов и форм тополей (*Populus* L.) в декоративных зеленых насаждениях. В зеленых насаждениях г. Минска заселенность листовых пластинок тополей личинками минёра достигала 100% [2]. По нашим данным, в условиях центрального региона Беларуси в отдельные годы этим минёром повреждалось около 70 % листовой поверхности на нижней стороне и до 33% – на верхней стороне листовых пластинок тополей [3, 4].

В настоящее время ареал *Ph. populifoliella* простирается по всей Палеарктике, исключая ее регионы, где отсутствуют её растения-хозяева [5]. Данный фитофаг считается одним из наиболее опасных вредителей тополей, поскольку периодически дает вспышки массового размножения на большей части своего ареала, от Восточной Сибири до Франции [6–8]. В России это самый распространенный и массовый вредитель

тополей в урбоценозах [9–10]. При этом тополевую моль-пестрянку относят к числу криптогенных видов, – в пользу этого свидетельствует динамика географии всплеск массового размножения в европейской части России в первой половине XX века [11] и минимальная повреждаемость аборигенных для Европы тополей черного (*Populus nigra* L.) и, тем более, белого (*Populus alba* L.) [12].

Наносимые молью-пестрянкой повреждения листовых пластинок тополей хорошо заметны сторонним наблюдателям, поскольку выделяются своей хлоротичной окраской. Характерными являются ускоренная некротизация поврежденных участков и досрочное опадение листьев. В результате страдает декоративность посадок, насаждения вследствие преждевременной дефолиации крон утрачивают возможность выполнять санитарно-гигиенические функции.

Развитие личинок *Ph. populifoliella* осуществляется в листовых минах, они проходят в 5 возрастов, на которых питаются сначала как так называемые «сокоедки», затем как грызущие эндобионты. Мины сначала имеют зигзагообразную форму, после перехода личинок к потреблению мезофила становятся пятнообразными. Соответственно, по мере развития личинок площадь мин, а значит, и поврежденной листовой поверхности растет. Ранее характер динамики площади мин был описан для других видов молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae), повреждающих декоративные древесные растения в условиях зеленых насаждений Беларуси, в частности, каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) [13]. Целью выполненного исследования было установление площади отдельных мин личинок тополевой моли-пестрянки разных возрастов на листовых пластинках тополей, интенсивно повреждаемых данным вредителем декоративных зеленых насаждений в условиях Беларуси, а также оценка относительной площади поврежденной (занятой миной) листовой поверхности на заселенных минёром листовых пластинках тополей.

Материалы и методы исследования. Для формирования выборок листовых пластинок с минами личинок *Ph. populifoliella* разных возрастов был выполнен отбор поврежденных тополевой молью-пестрянкой листьев с тополей берлинского (*Populus x berlinensis* (Koch) Dippel) и канадского (*Populus x canadensis* Moench, 1785), наиболее интенсивно повреждаемых этим минёром в зеленых насаждениях гг. Минска и Витебска (данные об их местопроизрастаниях приведены в таблице 1).

Отбор листьев проводился случайным образом (рандомизированно) в нижней части крон тополей в период развития первой генерации тополевой моли-пестрянки. Минируемые личинками *Ph. populifoliella* листовые пластинки для транспортировки помещали в полиэтиленовые пакеты типа Zip-Lock (что предотвращало потерю тургора). Гербаризированные стандартным способом [14] пригодны для долговременного хранения.

Таблица 1 – Местопроизрастания тополей берлинского (*Populus x berolinensis* (Koch) Dippel) и канадского (*Populus x canadensis* Moench, 1785), с которых был выполнен сбор минированных личинками тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)) листовых пластинок

Город	Локализация	GPS-координаты
тополь берлинский (<i>Populus x berolinensis</i> (Koch) Dippel)		
Минск	ул. Буденного	53.88419 27.61413
	ул. Заводская	53.888595 27.585398
	стадион «Трактор»	53.880296 27.616582
	стадион «Трактор» – 2	53.880121 27.616662
	ул. Ленинградская	53.893722 27.551115
Витебск	парк по набережной реки Витьба – 2	55.19599 30.207771
	Московский проспект	55.181017 30.209196
	парк по набережной реки Витьба – 1	55.195832 30.207772
	ул. Энгельса	55.195278 30.194722
тополь канадский (<i>Populus x canadensis</i> Moench, 1785)		
Минск	ул. Ленинградская	53.892759 27.550113
	Михайловский сквер	53.8941 27.552261
	Еврейский парк	53.900364 27.537078
	ул. Зыбицкая	53.905146 27.560768
	ул. Старовиленская	53.913958, 27.558885

Цифровые изображения листовых пластинок получали, используя планшетный сканер, их анализ выполняли средствами графического редактора ImageJ, имеющего статус свободного программного обеспечения [15]. Полученные количественные данные заносили в электронные таблицы LibreOffice Calc, где результаты измерений аккумулировались и структурировались для последующей обработки. Статистический анализ проводился средствами RStudio [16]. С целью установления достоверности наблюдаемых различий между выборочными совокупностями использовался непараметрический критерий различий Уилкоксона-Манна-Уитни.

Исследования выполнены в рамках задания Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. (N госрегистрации НИР 20211658), а также исследовательского проекта «Трофоэкология личинок тополевой моли-пестрянки: сравнительная характеристика повреждений (мин) на различных видах и формах тополей» (N госрегистрации НИР 20211658), поддержанного грантом Министерства образования Республики Беларусь.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные по результатам выполненных исследований данные для поврежденных личинками *Ph. populifoliella* листовых пластинок тополей берлинского и канадского проанализированы раздельно. В таблице 2 представлены данные по площади отдельных мин, а также относительной площади поврежденной листовой поверхности для заселенных минёром листовых пластинок тополя берлинского.

Таблица 2 – Площадь отдельных мин, в которых размещаются личинки разных возрастов и куколки тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)), и относительная площадь поврежденной листовой поверхности (ОППЛП) поврежденных минёром листовых пластинок тополя берлинского (*Populus x berolinensis* (Koch) Dippel)

Параметры	Средняя арифметическая	Стандартное отклонение	Медиана	Максимум	Минимум	Дисперсия	Объем выборки, экз.
личинки I возраста							
Площадь мин, см ²	0,073	0,067	0,047	0,208	0,034	0,005	6
ОППЛП, %	0,267	0,170	0,249	0,511	0,085	0,000	6
личинки II возраста							
Площадь мин, см ²	0,119	0,151	0,073	0,919	0,031	0,023	39
ОППЛП, %	0,424	0,421	0,294	2,246	0,073	0,002	39
личинки III возраста							
Площадь мин, см ²	0,308	0,261	0,217	1,288	0,031	0,068	71
ОППЛП, %	1,418	1,410	0,886	6,720	0,076	0,020	71
личинки IV возраста							
Площадь мин, см ²	0,668	0,278	0,630	1,329	0,147	0,077	32
ОППЛП, %	3,541	4,626	2,559	26,650	0,776	0,214	32
личинки V возраста							
Площадь мин, см ²	1,176	0,375	1,221	1,738	0,176	0,141	47
ОППЛП, %	4,506	2,346	4,042	11,409	0,858	0,055	47
куколки							
Площадь мин, см ²	1,308	0,253	1,319	2,301	0,384	0,064	139
ОППЛП, %	4,427	1,980	3,890	12,954	1,807	0,039	139

Выполненный расчет значимости (p-value) для значений критерия Уилкоксона-Манна-Уитни на основе анализа данных для листовых пластинок тополя берлинского (базовая статистика приведена в таблице 2) выявил наличие статистически достоверных различий площадей мин личинок тополевой моли-пестрянки II и III возрастов ($P < 0,001$), III

и IV ($P < 0,001$), IV и V возрастов ($P < 0,001$). Различия площади мин личинок I и II возрастов не были статистически достоверны ($P = 0,109$), как и мин, в которых находились личинки V возраста и куколки ($P = 0,087$).

По параметру относительной площади поврежденной (занятой миной) листовой поверхности использование критерия Уилкоксона-Манна-Уитни выявило статистически достоверные различия для листовых пластинок тополя берлинского с минами личинок тополевой моли-пестрянки II и III возрастов ($P < 0,001$), III и IV возрастов ($P < 0,001$), IV и V возрастов ($P = 0,0001$). Различия значений рассматриваемого параметра не были статистически достоверны для листовых пластинок с минами, в которых находились личинки V возраста и, с другой стороны, куколки *Ph. populifoliella* ($P = 0,802$), а также с минами личинок I и II возрастов ($P = 0,368$).

В таблице 3 представлены данные по площади отдельных мин, а также относительной площади поврежденной листовой поверхности для заселенных минёром листовых пластинок тополя канадского.

Таблица 3 – Площадь отдельных мин, в которых размещаются личинки разных возрастов и куколки тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)), и относительная площадь поврежденной листовой поверхности (ОППЛП) поврежденных минёром листовых пластинок тополя канадского (*Populus x canadensis* Moench, 1785)

Параметры	Средняя арифметическая	Стандартное отклонение	Медиана	Максимум	Минимум	Дисперсия	Объем выборки, экз.
личинки I возраста							
Площадь мин, см ²	0,067	0,133	0,025	0,423	0,013	0,018	9
ОППЛП, %	0,140	0,251	0,056	0,807	0,033	0,001	9
личинки II возраста							
Площадь мин, см ²	0,056	0,038	0,046	0,144	0,018	0,001	14
ОППЛП, %	0,519	0,678	0,284	2,422	0,030	0,005	14
личинки III возраста							
Площадь мин, см ²	0,353	0,371	0,169	1,463	0,02	0,138	27
ОППЛП, %	1,108	1,223	0,621	5,021	0,038	0,015	27
личинки IV возраста							
Площадь мин, см ²	0,595	0,364	0,579	1,376	0,087	0,132	15
ОППЛП, %	2,481	2,197	2,338	9,100	0,346	0,048	15
личинки V возраста							
Площадь мин, см ²	1,148	0,479	1,158	2,178	0,09	0,229	23
ОППЛП, %	4,531	3,311	4,042	11,409	0,039	0,110	23
куколки							
Площадь мин, см ²	1,088	0,230	1,075	1,956	0,385	0,053	81
ОППЛП, %	3,844	2,745	3,052	18,680	1,303	0,075	81

Проведенный статистический анализ данных (тест Уилкоксона-Манна-Уитни) выявил статистически достоверные различия ($p < 0,05$) для площадей мин личинок I и II возрастов ($P = 0,037$), II и III возрастов ($P < 0,001$), III и IV возрастов ($P = 0,015$), IV и V возрастов ($P = 0,0004$), но не между минами с личинками V возраста или куколками ($P = 0,398$).

По параметру относительной площади поврежденной (занятой миной) листовой поверхности использование непараметрического критерия Уилкоксона-Манна-Уитни выявило статистически достоверные различия для листовых пластинок тополя канадского с минами личинок тополевой моли-пестрянки II и III возрастов ($P = 0,05$), III и IV возрастов ($P = 0,006$), а также IV и V возрастов ($P = 0,05$). Напротив, наблюдаемые различия значений рассматриваемого параметра не были статистически достоверны для листовых пластинок с минами, в которых находились личинки V возраста и, с другой стороны, куколки *Ph. populifoliella* ($P = 0,398$), а также личинки I и II возрастов ($P = 0,101$).

Личинки I–II возрастов питаются растительным соком (то есть являются так называемыми «сокоедками», их мины залегают в эпидермисе. Личинки IV и V возрастов потребляют мезофилл листа, что ведет к быстрому росту площади мин. В результате, площадь мин личинок IV возраста почти в 2 раза превышает таковую мин личинок III возраста. Наносимые личинками старших возрастов повреждения обуславливают последующую некротизацию листовых пластинок и досрочную дефолиацию крон. Личинки *Ph. populifoliella* не способны завершить развитие в опавших листовых пластинках. Таким образом, преждевременную дефолиацию следует рассматривать в качестве защитной реакции повреждаемых данным листовым минёром древесных растений.

Заключение. Методами компьютерной планиметрии оценена площадь располагающихся на листовых пластинках тополей берлинского (*Populus x berlinensis* (Koch) Dippel) и канадского (*Populus x canadensis* Moench, 1785) мин тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)), в которых размещаются личинки I–V возрастов и куколки. Использование непараметрического критерия Уилкоксона-Манна-Уитни выявило статистически значимые ($p < 0,05$) различия площади мин личинок II и III, III и IV, IV и V возрастов, соответственно на листовых пластинках исследуемых тополей, а также площади мин личинок I и II возрастов на листовых пластинках тополя канадского. У *Ph. populifoliella* личинки V возраста являются последней питающейся стадией, так что отсутствие статистически значимых различий площади мин с личинками этого возраста и куколками вполне закономерно.

По параметру относительной площади поврежденной (занятой миной) листовой поверхности использование критерия Уилкоксона-Манна-У-

итни выявило статистически значимые различия для поврежденных тополевой молью-пестрянкой листовых пластинок тополей с минами личинок II и III, III и IV, а также IV и V возрастов. Различия значений рассматриваемого параметра не были статистически достоверны для листовых пластинок с минами, в которых находились личинки V возраста и, с другой стороны, куколки *Ph. populifoliella*, а также с минами личинок I и II возрастов.

Результаты выполненных исследований указывают на возможность использования параметра площади отдельных мин тополевой моли-пестрянки для идентификации возрастной принадлежности находящихся в них личинок II–V возрастов, что может быть использовано как в исследованиях биологии и экологии данного вида минирующих филлофагов древесных растений, так и при планировании мероприятий по контролю популяций данного опасного вредителя декоративных зеленых насаждений.

Список литературы

1. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
2. Чумаков, Л. С. Экологическая оценка поражения насаждений тополя тополевой минирующей молью (*Lithocolletis populifoliella* Tr.) в городе Минске / Л. С. Чумаков, О. В. Лозинская // Экол. вестн. – 2015. – № 1. – С. 94–101.
3. Синчук, О. В. Спектр кормовых растений тополевой моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) в условиях Беларуси и других регионах мира / О. В. Синчук, А. Б. Трещева // Биол. осень 2017 г. (к Году науки в Беларуси) : тез. докладов Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 9 нояб. 2017 г. / Белорус. гос. ун-т, Биолог. фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 281–282.
4. Синчук, Н. В. Поврежденность листовых пластинок *Populus x canadensis* личинками тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella*) в условиях зеленых насаждений Центрального ботанического сада НАН Беларуси в 2016–2018 гг. / Н. В. Синчук, А. Б. Кучвальская, С. В. Буга // Веснік Мазыр. дзярж. пед. ўн-та ім. І. П. Шамякіна. – 2020. – № 2 (56). – С. 58–65.
5. Барышникова, С. В. Семейство Gracillariidae / С. В. Барышникова // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / Зоол. ин-т Рос. акад. наук ; ред. С. Ю. Синев. – Изд. 2-е. – СПб., 2019. – С. 36–43.
6. Селиховкин, А. В. Особенности популяционной динамики тополевой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae) / А. В. Селиховкин // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. – 2010. – № 192. – С. 220–235.
7. Флоров, Д. Н. Тополевая моль-пестрянка – вредитель зеленых насаждений г. Иркутска / Д. Н. Флоров // Тр. Иркутского гос. ун-та им. А. А. Жданова. – 1948. – Т. 3, № 2. – 20 с.
8. Kozlovsky, S. Contribution à l'étude morphologique et biologique de *Phyllocnistis suffusella* Zell. et *Lithocolletis populifoliella* Tr. / S. Kozlovsky // Ecole nationale des eaux et forets. – 1955. – Vol. 14. – P. 261–278.
9. Селиховкин, А. В. Особенности популяционной динамики тополевой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae) / А. В. Селиховкин // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. – 2010. – № 192. – С. 220–235.
10. Встречаемость молей-пестрянок *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke) и *Ph. pastorella* (Zeller) (Lepidoptera, Gracillariidae) на разных видах тополей / А. В. Селиховкин

[и др.] // Энтомол. обозрение. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 1–9.

11. Румянцев, П. Д. Биология тополёвой моли (*Lithocolletis populifoliella* Tr.) в условиях Москвы / П. Д. Румянцев // Зоол. журн. – 1934. – Т. 13, № 2. – С. 257–280.

12. Трофическая специализация тополёвой моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) (Lepidoptera, Gracillariidae) / И. В. Ермолаев [и др.] // Энтомол. обозрение. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 271–288.

13. Рогинский, А. С. Динамика развития мин личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) на листовых пластинках каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в условиях Беларуси / А. С. Рогинский, С. В. Буга // Тр. Белорус. гос. ун-та. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 314–319.

14. Скворцов, А. К. Гербарий: пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – М.: Наука, 1977. – 199 с.

15. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О. В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

16. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.

N.V. Sinchuk, S.V. Buga

Belarusian State University, Minsk

AREA OF MINES OF DIFFERENT INSTAR LARVAE OF *PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833) AND RELATIVE AREA OF DAMAGED BERLIN AND CANADIAN POPLAR LEAF SURFACE

Annotation. Poplar mining moth *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833); Lepidoptera: Gracillariidae) is a dangerous cryptogenic miner pest of poplars in green areas in Belarus and some other regions of Europe and North Asia. The results of determining the area of individual mines of *Ph. populifoliella* larvae by computerized planimetry methods revealed statistically significant differences for larvae of 2nd–4th instars. The relative area of the leaf surface of Berlin (*Populus x berolinensis* (Koch) Dippel) and Canadian (*Populus x canadensis* Moench, 1785) poplars damaged by larvae of different instars was estimated.

Key words: Gracillariidae, green areas, ImageJ, leaf miners, Lepidoptera, poplar pests

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632.954.028:543.544.5

С.А. Арашкович

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

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ БЕНТАЗОНА В ПОЧВЕ, ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ И ЗЕЛЕНОМ ГОРОШКЕ МЕТОДОМ ВЭЖХ

Дата поступления статьи в редакцию: 01.06.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Пестерева А.С.

Аннотация. В статье представлена методика определения остаточных количеств бентазона в почве, зеленой массе и зеленом горошке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором. Методика основана на экстракции определяемого действующего вещества ацетонитрилом, очистке в системе несмешивающихся растворителей.

Ключевые слова: горох овощной, бентазон, остаточные количества, хроматографические методы, пробоподготовка, экстракция, методика определения.

Введение. Ежегодное увеличение посевных площадей под горох овощной приводит к расширению и спектра пестицидов, применяемых для его защиты. Высокие требования, предъявляемые к безопасности и качеству, получаемой на выходе пищевой продукции, обязуют проводить мониторинг накопления остаточных количеств пестицидов в растениеводческой продукции. Кроме того, экологическая оценка комплексных систем защиты растений, в том числе и гороха овощного, предусматривает контроль за возможным накоплением остаточных количеств пестицидов в различных объектах окружающей среды, в частности, в почве и урожае.

Для мониторинга остаточных количеств пестицидов необходимы специфические и очень чувствительные аналитические методы, позволяющие определять остаточные количества на следовом уровне. Благодаря хроматографическим методам анализа можно с высокой точностью определить остаточные количества пестицидов в исследуе-

мых пробах. Они включают в себя газовую (ГХ) и высокоэффективную жидкостную хроматографию (далее ВЭЖХ).

Как показал анализ, количество ГОСТИрованных методик, используемых для оценки остаточных количеств пестицидов в горохе является ограниченным и не позволяет в полной мере получать результаты.

В настоящее время использование методик для определения остаточных количеств одного действующего вещества на различных культурах не допускается. Постоянно существует потребность в разработке методик по определению действующих веществ под определенную сельскохозяйственную культуру, то есть для каждой матрицы необходима отдельная методика.

Одним из действующих веществ (д.в.), используемых в защите гороха овощного, для определения остаточных количеств которого отсутствуют методики как в почве, так и в растениеводческой продукции, является бентазон.

Он относится к химическому классу гербицидов бензотиадиазонов, химическая структура которого при разработке методики в значительной мере определяла выбор условий экстракции, очистку экстрактов, хроматографическое разделение и определение данного вещества.

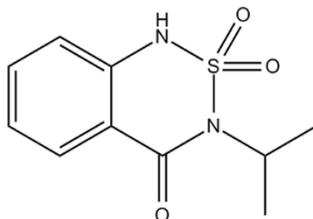
При определении остаточных количеств бентазона в почве и растительной продукции существует ряд методических трудностей. Так, наличие неорганических и органических соединений, а также гидрофильных и гидрофобных органических веществ в почве и углеводы, жиры и белки в горохе затрудняют и осложняют процессы экстракции, требуют разработки сложных и дорогостоящих способов очистки экстрактов перед проведением анализа хроматографическими методами. Кроме того, непредсказуемое влияние матрицы зачастую не устраняется даже при применении самых современных методов детектирования. Введение проб в хроматограф без отделения аналита от матрицы ведет к искажению результатов анализа и к загрязнению, снижению срока службы расходных материалов и порче оборудования.

При разработке данной методики учитывались минимизация числа стадий пробоподготовки, использование наиболее эффективного экстрагента для увеличения степени извлечения и концентрирования целевого компонента, а также высокоселективное удаление примесных компонентов матрицы с минимальными потерями определяемого вещества.

Объекты и методы исследований. Бентазон – послевсходовый гербицид контактного действия. Абсорбируется листьями растений, но перемещение его по растению незначительно. По другим данным, хорошо поглощается листьями и по растению передвигается от основания к верхушке. По механизму действия вещество относится к препаратам, ингибирующим фотосинтез. При метаболизме гербицида в растениях молекула гидроксилируется в положениях 6 и 8. Получившиеся

гидроксильные производные связываются с моно- и полисахаридами растений в прочные конъюгаты.

Структурная формула вещества:



Химическое название бентазона (по IUPAC): 3-isopropyl-1H-2,1,3-benzothiadiazin-4(3H)-one 2,2-dioxide). Эмпирическая формула – $C_{10}H_{12}N_2O_3S$, молекулярная масса – 240,3 г/моль. Чистый препарат – белое или бесцветное кристаллическое вещество. Температура плавления: 139,4–141 °С. Давление паров при 20 С: 0,17 МПа. Логарифм коэффициента распределения н - октанол/вода: $LgP_{ow} = 0,77$ при pH 5; 0,46 при pH 7; 0,55 при pH 9. Растворимость в воде – 570 мг/л при pH 7, в ацетоне – 1387 мг/л, дихлорметане – 206 мг/л, метаноле – 1061 мг/л, этилацетате – 582 мг/л, н-гептане – 0,510 мг/л. Вещество очень устойчиво к гидролизу, как в кислой, так и в щелочной средах, рКа = 3,3 (24 °С). Разлагается на свету [1].

Принцип метода

Методика основана на определении остаточных количеств бентазона после его экстракции из образцов ацетонитрилом, очистке экстрактов в системе несмешивающихся растворителей и определении с помощью ВЭЖХ на обращенной фазе с диодно-матричным детектором. Идентификация вещества проводится по времени удерживания и длине волны для бентазона – 240 нм.

Количественное определение проводится методом абсолютной калибровки. Средства измерений, вспомогательные устройства и реактивы представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Реактивы и материалы

Ацетонитрил	HPLC Gradient Grade
Вода деионизованная	ГОСТ 6709-72
Спирт этиловый ректификованный	СТБ 1334-2003
Натрий хлористый, х.ч.	ГОСТ 4233-77
Хлороформ стабилизированный, х.ч.	ТУ 2631-026-78119972-2010
Фильтры тефлоновые для ВЭЖХ с диаметром пор 0,2 мкм	Agilent Technologies
Калий фосфорнокислый 2- замещенный 3-водный, ч.д.а.	ГОСТ 2493-75
Бентазон стандартный образец 99,7 %	BASF

Таблица 2 – Средства измерений

Высокоэффективный жидкостной хроматограф “Agilent 1260 Infinity II” с диодно-матричным детектором	Agilent Technologies
Шприц для ввода образцов в жидкостной хроматограф на 50 мкл.	Agilent Technologies
Дозаторы Transferpette (0,5-5 мл, 0,1-1 мл)	
Пипетки мерные вместимостью 1, 2, и 5 мл	ГОСТ 20292-74E
Весы аналитические MB 210-A	Сартогосм
Весы лабораторные ВЛА-200г.-М	ГОСТ 19401-74
Колбы мерные 250 мл, 1 л	ГОСТ 25336-82
Колбы мерные 1 л	ГОСТ 1770-74

Таблица 3 – Вспомогательные устройства

Хроматографическая колонка KINETEX EVO, стальная, длиной 15 см, внутренним диаметром 2,1 мм, заполненная фазой C18 с размером частиц 2,7 мкм	Производство Phenomenex
Вакуумный насос EDWARDS E2M1.5	
Роторный испаритель IKA RV 10	
Баня водяная IKA HB 10 basic	
Центрифуга лабораторная медицинская BIOSAN LMC-3000	
Мельница лабораторная электрическая	
Центрифужные полипропиленовые пробирки с закручивающейся крышечкой, объемом 50 мл	
Центрифужные полипропиленовые пробирки с закручивающейся крышечкой, объемом 15 мл	
Колбы остродонные вместимостью 50 мл	ГОСТ 1770-74
Система подготовки воды Direct-Q 3 UV System (Millipore)	

Отбор проб

Отбор проб проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 34668-2020 «Продукция пищевая. Методы отбора и пробоподготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности».

Кондиционирование колонки

Колонку для ВЭЖХ стабилизируют при температуре 35 °С, промывают подвижными фазами №1 (водный раствор 0,01 М фосфорной кислоты) и №2 (ацетонитрильный раствор 0,01 М фосфорной кислоты) в соотношении 95 : 5 в течение 55 минут при скорости подачи смеси 0,22 мл/мин.

Приготовление основного раствора действующего вещества бентазона с концентрацией 100 мкг/см³

Основной стандартный раствор бентазона с содержанием 100 мкг/мл готовят растворением 0,01003 г эталонного вещества, с чистотой 99,7% д.в., в ацетонитриле в мерной колбе на 100 мл. Раствор хранят в холодильнике при температуре +4 °С не более месяца.

Приготовление рабочего раствора

Рабочий раствор бентазона с концентрацией 10 мкг/мл в водном ацетонитриле с содержанием ацетонитрила 30% готовят из основного раствора. С помощью мерной пипетки отбирают по 1 см³ основного растворов и переносят в пробирку с притертой пробкой объемом не менее 10 см³. В пробирку с помощью мерной пипетки вносят 7 см³ деионизованной воды и добавляют 2 мл ацетонитрила. Смесь перемешивают, хранят в холодильнике при температуре +4 °С.

Приготовление градуировочных растворов

Градуировочные растворы с концентрациями 0,5; 1,0; 2,0; 10,0 мкг/мл готовят из рабочего раствора соответствующим последовательным разбавлением смесью ацетонитрил:вода в соотношении 3:7 (по объему). Рабочие растворы хранят в холодильнике при температуре +4 °С.

Построение калибровочных графиков

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 . Градуировку проводят не реже, чем 1 раз в квартал, а также после ремонта оборудования, при смене колонки, реактивов и иных вспомогательных материалов.

Проведение определения остаточных количеств в горохе, зеленой массе и почве

Экстракция. Навеску зеленого горошка, зеленой массы гороха, почвы массой 10 г помещают в полипропиленовую центрифужную пробирку с завинчивающейся крышкой вместимостью 50 см³, добавляют 4 г кристаллического хлорида натрия и 35 см³ ацетонитрила. Пробирку интенсивно встряхивают в течение 2 минут, затем помещают в центрифугу и центрифугируют в течение 3 минут при 3000 оборотах. После центрифугирования отбирают аликвоту объемом 25 см³ из верхнего надосадочного ацетонитрильного слоя и переносят ее в остродонную колбу вместимостью 50 см³ для упаривания. Экстракт упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 40 °С до досуха.

Очистка экстракта. К сухому остатку в колбу добавляют 5 см³ хлороформа. Колбу закрывают пробкой для предотвращения проливания смеси и жидкой фазой ополаскивают стенки колбы, активно встряхивая в течение 30 секунд. Далее дважды экстрагируют 1/15 М раствором K₂HPO₄·3H₂O (калий фосфорнокислый 2- замещенный 3-водный) по 5 см³ и 10 см³, объединенный водный экстракт подкисляют 1М раствором H₃PO₄ (фосфорная кислота) и дважды проводят переэкстракцию хлороформом по 5 см³ и 10 см³. Колбу оставляют на некоторое время до расслоения несмешивающихся жидких фаз. Нижнюю хлороформную фазу отбирают с помощью дозатора объемом 5 см³ и количественно переносят в остродонную колбу. Далее собранный элюат упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 40 °С досуха. Сухой остаток, полученный после упаривания, растворяют в 1 см³ 30 % водного ацетонитрила.

Проведение измерений и условия хроматографирования

Измерения проводят на жидкостном хроматографе типа “Agilent 1260 Infinity II” или аналогичном с диодно-матричным детектором и программным обеспечением Agilent OpenLab CDS или аналогичным при условиях хроматографирования, указанных в таблице 1 настоящей методики. Хроматографическая колонка KINETEX EVO, стальная, длиной 15 см, внутренним диаметром 2,1 мм, заполненная фазой C18 с размером частиц 2,7 мкм и диаметром пор 100 Å или аналогичная, не уступающая по характеристикам. Температура колонки: 35 °С. Время анализа: 55 мин. Скорость потока 0,22 мл/мин. Подвижная фаза: градиентное элюирование.

Каждый раствор хроматографируют не менее двух раз. Предварительно хроматографируют контрольную пробу.

Идентификацию пиков проводят по времени удерживания д.в. бентазона, которое устанавливают при хроматографировании градуировочных растворов. Параметры градиентного элюирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры градиентного элюирования

t, min	A (подвижная фаза №1), %	B (подвижная фаза № 2), %
0	95	5
30	0	100
37	0	100
47	95	5

Определение остаточных количеств бентазона проводят на длине волны 240 нм.

Объем петли инжектора: 20 мкл. Линейный диапазон детектирования для бентазона – 5–100 нг.

Обработка и вычисление результатов

Содержание бентазона в анализируемой пробе (X , мг/кг) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{C_{\text{экстр}} \times V_{\text{экстр}}}{K_{\text{ал}} \times m_{\text{пр}} \times r}, \quad (1)$$

где $C_{\text{экстр}}$ – концентрация действующего вещества в экстракте, определяемая программным обеспечением хроматографа, мкг/мл; $V_{\text{экстр}}$ – конечный объем экстракта анализируемой пробы перед введением в хроматограф, мл; $m_{\text{пр}}$ – масса анализируемой пробы, г; r – степень извлечения, определяемая сравнением контрольного образца с образцом с внесением известного количества вещества в относительных единицах; $K_{\text{ал}}$ – коэффициент, учитывающий отбор аликвоты ацетонитрильного слоя на стадии экстракции.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (2)$$

где X_1 и X_2 – значения первого и второго параллельного измерений.

Для учета потерь при воспроизведении методики следует проводить параллельное испытание с внесением добавки и контрольного образца всякий раз.

Метрологические характеристики метода действительны 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.

В результате проведенных исследований был определен нижний предел количественного определения в почве – 0,03 мг/кг; зеленой массе и зеленом горошке – 0,01 мг/кг, что в десять раз ниже регламентированных гигиенических норм, т.к. МДУ согласно гигиенического норматива «Показатели безопасности действующих веществ средств защиты растений в объектах среды обитания, продовольственном сырье, пищевых продуктах» на горохе составляет 0,2 мг/кг, а в почве ПДК не должен превышать 0,15 мг/кг [2].

Выводы. В результате проведенных исследований разработана и запущена в аналитический процесс экстракционная методика, которая позволяет извлекать бентазон в пределах от 74,0–96,6 %, в зависимости от матрицы.

Методика прошла проверку на воспроизводимость при определении остаточных количеств бентазона в почве, зеленой массе и зеленом горошке и апробирована в контрольно-аналитической лаборатории

ОАО “Тепличный комбинат Мачулищи” аккредитованной на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. На основании результатов испытаний, которые отражены в протоколе (№ 933 А от 17.04.2023 г.), подтверждена эффективность разработанной методики с рекомендацией возможного дальнейшего использования испытательными лабораториями при определении остаточных количеств действующего вещества бентазона в почве, зеленой массе и зеленом горошке.

Список литературы

1. PPDB: Pesticide Properties Data Base [Electronic resource]. – Mode of access: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/71.htm/>. – Data of access: 04.04.2023.
2. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 25 января 2021 г., № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1>. – Дата доступа: 05.04.2023.

S.A. Arashkovich

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

DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE FOR IDENTIFYING BENTAZONE RESIDUES IN SOIL, GREEN MASS AND GREEN PEA USING HPLC

Annotation. The paper presents the technique for identifying bentazone residues in soil, green mass and green pea using high-performance liquid chromatography with a diode array detector. The technique is based on the extraction of the active ingredient using acetonitrile and purification in the system of immiscible solvents.

Key words: green pea, bentazone, residues, chromatography methods, sample preparation, extraction, identifying technique.

П.М. Кислушко

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

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ХЛОРПРОФАМА В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ, ПОЧВЕ И ВОДЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 11.05.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Корпанов Р.В.

Аннотация. Разработан метод определения микроколичеств хлорпрофам в растениях свеклы, картофеля, почве и воде. Метод основан на экстракции хлорпрофам из воды и растительного материала хлороформом, из почвы ацетоном, очистке экстрактов на колонке с силикагелем, бромировании сухого остатка с последующим определением методом газожидкостной хроматографии. Предел обнаружения (мг/кг): вода – 0,001; почва, сахарная свекла, картофель – 0,005.

Ключевые слова. Хлорпрофам, свекла, картофель, почва, вода, газожидкостная хроматография, остаточные количества, методы анализа.

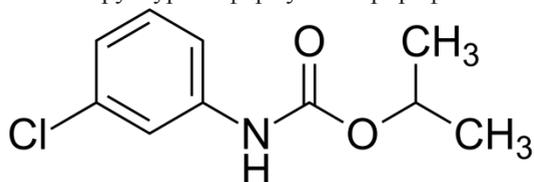
Введение. Хлорпрофам является одним из компонентов, входящих в состав гербицидного препарата Метамикс, СЭ (400 г/л метамитрона + 100 г/л хлорпрофам), который проходит государственные регистрационные испытания в качестве гербицида на посевах сахарной свеклы. Хлорпрофам является действующим веществом регулятора роста Нео-Стоп Р, который зарегистрирован в Беларуси как ингибитор прорастания клубней картофеля при хранении [2].

Существующие методы определения остаточных количеств хлорпрофам в растительной продукции с использованием тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии [6,7] характеризуются низкой чувствительностью (10 мг/кг). Более чувствительный метод определения хлорпрофам в воде и растительном материале (0,01-0,05 мг/кг) основан на использовании газожидкостной хроматографии с применением капиллярных колонок и термоионного детектора [5].

С целью повышения чувствительности и селективности определения хлорпрофам в различных средах целесообразно применять методы, основанные на использовании газожидкостной хроматографии химических производных, позволяющие в ряде случаев существенно повысить чувствительность определения пестицида [3].

Физико-химические и санитарно-гигиенические характеристики хлорпрофам приведены ниже [4]. Название действующего вещества по ИСО: хлорпрофам.

Название д.в. по номенклатуре ИЮПАК: О –изопропил- N-(3-хлорфенил)-карбамат. Структурная формула хлорпрофама:



Эмпирическая формула д.в.: $C_{10}H_{12}ClNO_2$.

Молекулярная масса д.в.: 213,7.

Хлорпрофам представляет собой белое кристаллическое вещество. Температура плавления 41,4 °С, температура кипения 112-113 °С.

Растворимость д.в. при 25 °С: в воде - 89 мг/л, хорошо растворим в большинстве органических растворителей.

МДУ, мг/кг: Картофель – 30,0 (для импортируемой продукции); лук, морковь, цикорий – 0,05; картофель для изготовления чипсов – 3,0 [1].

Результаты исследований. Исследования по отработке режимов экстракции и очистки экстрактов от коэкстрактивных веществ проводили с учетом физико-химических свойств хлорпрофама. С целью повышения чувствительности анализа методом газожидкостной хроматографии с использованием детекторов ДЭЗ или ДПР были проведены исследования по модификации молекулы хлорпрофама, в частности, путем бромирования в парах брома. Данная процедура позволила существенно (примерно в 30 раз) снизить уровень минимального детектируемого количества препарата при использовании детекторов ДЭЗ и ДПР (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние бромирования на чувствительность определения хлорпрофама

Массовая доля гербицида, введенного в хроматограф, нг	Площадь пика, мм ²	
	Без бромирования	С бромированием
1,0	28,0	898,0
2,0	54,0	1624,0

Для очистки экстрактов проб, содержащих достаточно много коэкстрактивных веществ (свекла, картофель, почва) обрабатывались способы очистки экстрактов с использованием колоночной хроматографии на силикагеле. Предварительно были проведены исследования по хроматографическому поведению хлорпрофама и коэкстрактивных веществ на тонкослойных пластинах с силикагелем Silufol с флуоресцентным индикатором. Подбирая системы органических растворителей, удалось добиться четкого разделения коэкстрактивных веществ и

хлорпрофама, что позволило впоследствии разработать эффективный способ очистки экстрактов на колонке с силикагелем.

Принцип метода определения

Метод основан на экстракции хлорпрофама из воды и растительного материала хлороформом, из почвы ацетоном, очистке экстрактов из растительного материала и почвы на колонке с силикагелем, бромировании сухого остатка с последующим определением способом газожидкостной хроматографии.

Избирательность и метрологические характеристики метода

В предлагаемых условиях определения метод специфичен в присутствии пестицидов, применяемых в системах защиты свеклы и картофеля. Метрологические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические характеристики метода определения хлорпрофама

Анализируемый объект	Метрологические параметры, P = 0,95 n = 6					
	Предел обнаружения, мг/кг	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение (S), %	Относительное стандартное отклонение, (DS), %	Доверительный интервал среднего %
Вода	0,001	0,001-0,01	86,0	4,58	0,05	86,0 ±8,41
Почва дерново-подзолистая	0,005	0,005-0,05	80,5	5,63	0,07	80,5 ±10,35
Почва торфяная	0,005	0,005-0,05	75,7	3,51	0,05	75,7 ±6,45
Сахарная свекла, (корнеплод)	0,005	0,005-0,05	82,8	8,84	0,04	82,8 ±6,25
Картофель, (клубни)	0,005	0,005-0,05	84,0	5,29	0,06	84,0 ±9,72

Средства измерения, вспомогательные устройства, материалы и реактивы

Хлорпрофам, аналитический стандарт с массовой долей действующего вещества 99,8 %. Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72. Азот газообразный, осч, ГОСТ 9293-74. Ацетон, чда, ГОСТ 2603-7. Хлороформ, ТУ 2631-026-78119972-2010. Бензол, чда, ГОСТ 5955-75. Гексан, хч, ТУ 6-09-4521-77. Бром, чда, ГОСТ 4109-79. Стекловата (стеклоткань). Хроматон N-супер (0,100-0,125 мм). Фильтры бумажные, синяя лента, ТУ 2642-001-68085491-2011. Хроматограф газовый, Цвет-800 с детектором постоянной скорости рекомбинации или HEWLETT PACKARD с детектором электронного захвата. Колонка хроматографическая стеклянная, 1500 x 2 мм, заполненные неподвижными фазами

OV-17 (3 %), OV-101 (3 %), Карбовакс 20 М (15 %) на хроматоне N-супер; колонка составная, 1500 мм (OV-1 + OV-17, заполненная в равных соотношениях) на хроматоне N-super (0,125-0,160 мм). Микрошприц емкостью 10 мкл МШ-10Ф по ТУ 64-1-2850 или аналогичный. Весы аналитические типа ВЛР-200, ГОСТ 19401-74. Встряхиватель механический, ТУ 64-1-1081-73 или аналогичный. Размельчитель тканей РТ-1 по ТУ 64-1-1505-79 или аналогичный. Ротационный испаритель тип ИР-1М, ТУ 25-11-917-76 или аналогичный. Воронки для фильтрования стеклянные, ГОСТ 8613-75. Колбы конические с притертыми пробками вместимостью 250 см³, ГОСТ 25336-82. Колбы мерные вместимостью 100 и 250 см³, ГОСТ 1770-74. Колбы грушевидные вместимостью 100 см³, ГОСТ 25336-82. Пробирки вместимостью 25 см³, ГОСТ 1770-74. Пробирки градуированные с притертыми пробками вместимостью 5 см³, ГОСТ 10515-75. Пипетки мерные вместимостью 0,1 и 1 см³, ГОСТ 20292-74Е. Бюксы стеклянные КШ 24/10. Шприц медицинский одноразовый вместимостью 5 см³. Эксикатор с притертой крышкой.

Отбор проб

Отбор проб осуществляется в соответствии с ГОСТ 34668-2020 «Производство пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности». Отобранные пробы хранят в стеклянной таре в холодильнике при температуре +2- +5 °С. Для длительного хранения (30 и более суток) пробы помещают в морозильную камеру при температуре не выше – 15 °С.

Приготовление стандартных растворов

Основной стандартный раствор хлорпрофама с концентрацией 40 мкг/см³ готовят растворением 10 мг препарата в ацетоне в мерной колбе на 250 см³. Рабочие растворы с концентрациями 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мкг/см³ готовят путем разбавления соответственно 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 см³ основного раствора ацетоном в мерной колбе до 100 см³. Все растворы хранят в холодильнике при температуре +2 – +5 °С не более одного месяца.

Подготовка и кондиционирование колонок

Неподвижные фазы (таблица 3), нанесенные на Хроматон N-супер, засыпают в стеклянные колонки длиной 1500 мм и уплотняют под вакуумом. Составную колонку длиной 1500 мм заполняют поровну неподвижными фазами OV-1 (3 %) и OV-17(3 %), нанесенными на Хроматон N-супер. Все колонки (кроме Карбовакс 20М) кондиционируют при температуре 280 °С в течение 16-20 часов. Колонку, заполненную Карбовакс 20М кондиционируют 16-20 часов при температуре 225 °С.

Построение калибровочного графика

Для построения калибровочного графика в стеклянные бюксы вносят по 1 мл стандартных растворов хлорпрофама с содержанием препарата 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мкг/см³, выдувают растворитель током

холодного воздуха, проводят бромирование согласно пункту «Бромирование хлорпрофама». Сухие остатки после бромирования растворяют в 5 мл ацетона и 2 мкл вводят в испаритель хроматографа, при этом осуществляют не менее 5 измерений по каждой концентрации. Определяют среднее значение площади пика для каждой концентрации и по полученным значениям строят график зависимости площади пика от концентрации хлорпрофама в растворе.

Экстракция хлорпрофама, подготовка к ГЖХ-определению

Вода

К 50 мл воды в делительной воронке добавляют 10 г хлорида натрия, перемешивают до растворения соли. Экстрагируют хлороформом (3 раза по 30 мл, встряхивая каждый раз по 1 мин). Объединенные хлороформные экстракты фильтруют через двойной бумажный фильтр «синяя лента» и упаривают досуха. Сухие остатки количественно переносят ацетоном (4 * 2 мл) в стеклянные бюксы и упаривают под вентилятором досуха.

Почва

10 г почвы встряхивают 1 час с 80 мл ацетона в конических колбах на 250 мл. Фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента». Экстракцию ацетоном повторяют дважды по 40 мл в течение 30 мин. Экстракты фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента», упаривают досуха на ротационном испарителе при температуре 40 °С.

Сахарная свекла (корнеплод), картофель (клубни)

Корнеплоды свеклы и клубни картофеля натирают на терке. 10 г пробы встряхивают 1 час с 80 мл хлороформа в конических колбах на 250 мл. Фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента». К твердому остатку добавляют 40 мл хлороформа, встряхивают 30 мин. Фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента». Объединенные экстракты упаривают досуха на ротационном испарителе при температуре 40 °С.

Очистка экстрактов

Для очистки экстрактов из почвы и растительного материала готовят хроматографическую колонку. Для этого в медицинский шприц вместимостью 5 см³ помещают 2 г сорбента Silica – Gel 60 (0,063-0,200 мм), уплотняют сорбент легким постукиванием. Для предотвращения размывания сорбента сверху колонки помещают тампон из стекловаты.

Сухие остатки экстрактов из образцов почвы и растительного материала растворяют в гексане (4 * 2 мл), переносят на поверхность колонки, заполненной силикагелем. Через колонку пропускают гексан (10 мл), элюат отбрасывают. Затем через колонку пропускают 20 мл бензола, элюат упаривают досуха. Сухие остатки количественно переносят в стеклянные бюксы ацетоном (4 * 2 мл). Растворитель испаряют досуха под вентилятором и проводят процедуру бромирования.

Бромирование хлорпрофама.

Открытые бюксы с сухими остатками проб помещают в эксикатор, в который помещают стеклянный бюкс с внесенными в него 0,2 мл жидкого брома. Эксикатор закрывают крышкой, помещают в темное место и выдерживают в течение 10-12 часов (можно оставлять для бромирования на ночь).

Примечание. Бромирование образцов проб и стандартных образцов с известным содержанием хлорпрофама проводят одновременно.

Внимание! Все работы с бромом необходимо проводить в вытяжном шкафу.

После бромирования бюксы с пробами и стандартными образцами продувают током холодного воздуха в течение 10-20 мин, растворяют содержимое в 5 мл ацетона и вводят в испаритель хроматографа 2 мкл раствора.

Условия хроматографирования

Режимы хроматографического определения хлорпрофама приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Условия ГЖХ-хроматографического определения хлорпрофама

Хроматограф, тип колонки	Режимы ГЖХ-анализа			Время удерживания, мин
	Температура, °С			
	колонка	испаритель	детектор	
«Цвет-800», составная, 1,5 м (OV-1 + OV-17)	180	240	260	2,7
HEWLETT PACKARD, OV-101, 1,5 м,	240	240	260	3,4
HEWLETT PACKARD, OV-17, 1,5 м,	220	220	260	4,3
HEWLETT PACKARD, Карбовакс 20 М, 1,5 м	165	165	240	3,4

Обработка результатов анализа

Содержание хлорпрофама в пробе рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{C_{cm} \times S_{np} \times V_k}{S_{cm} \times V_{xp} \times M}$$

где X – содержание препарата в пробе, мг/кг (л);

C_{cm} – содержание препарата в стандартном растворе, нг;

S_{cm} – площадь пика стандартного раствора гербицидов, мм²;

S_{np} – площадь пика пробы, мм²;

V_k – объем конечного раствора, в котором растворена проба, мл;

V_{xp} – объем экстракта пробы, введенный в испаритель, мкл;

M – навеска пробы, г.

Требования безопасности

При работе с приборами, оборудованием и реактивами должны соблюдаться требования безопасности, установленные в технических нормативных правовых актах.

Предельно допустимые концентрации применяемых при работе токсичных, едких и легко воспламеняющихся веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (далее – ГОСТ 12.1.005-88) и Санитарных правилах и нормах (далее СанПиН) 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденных Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 09 марта 1994 г.

Параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН 9-80-98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12 и ГОСТ 12.1.005-88.

Работа с органическими растворителями, а также с жидким бромом проводится под вытяжной системой.

Заключение. В результате проведенных исследований разработан метод определения остаточных количеств гербицида хлорпрофам в растениях свеклы, картофеля, почве и воде. Отличительные особенности определения хлорпрофамы заключаются в особенностях подготовки пробы, что позволяет с достаточной чувствительностью анализировать препарат методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора постоянной скорости рекомбинации или детектора электронного захвата. В предложенном варианте метод дает возможность проводить селективное определение хлорпрофамы в присутствии других пестицидов, используемых в программах защиты сахарной свеклы и картофеля.

Список литературы

1. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 27 сент. 2012 г., № 149 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 173 с. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21226455p&p1=1>. – Дата доступа: 05. 05.2023.
2. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: утв. Советом по регистрации средств защиты растений и удобрений гос. учреждения « Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» (постановление, 17 августа 2021 г.) // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. – Минск, 2021. – С.1.

3. Кислушко, П. М. Особенности определения микроколичеств фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов в объектах окружающей среды / П. М. Кислушко // 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, 2020. – Вып. 44. – С. 238–246.

4. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста: справ. изд. / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.

5. Методические указания по определению остаточных количеств Хлорпрофама в воде, почве и картофеле // Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сб. метод. указаний. МУК 4.1.1802 – 4.1.1820-03; 4.1.1822-4.1.1826-03 / Гос. система санитарно-эпидем. нормирования Рос. Федерации. – М., 2007. – Вып. 5. – С. 226–234.

6. Определение карбина, ИФК и хлор-ИФК в растительном материале и воде хроматографией в тонком слое // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: сборник / М-во сел. хоз-ва СССР, Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками; отв. ред. М. А. Клисенко. – М., 1977. – С. 233–235.

7. Спектрофотометрическое определение карбина, ИФК и хлор-ИФК в растительном материале // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: сборник / М-во сел. хоз-ва СССР, Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками; отв. ред. М. А. Клисенко. – М., 1977. – С. 230–232.

P.M. Kislushko

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

THE TECHNIQUE FOR IDENTIFYING CHLORPROPHAM RESIDUES IN PLANT MATERIAL, SOIL AND WATER USING GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Annotation. The technique is developed for identifying trace amounts of chlorpropham in beet and potato, soil and water. It is based on extracting chlorpropham from water and plant material with chloroform, from soil with acetone, purification of the extracts on a silica gel column, bromination of the dry residue, followed by determination by gas-liquid chromatography. Detection limit (mg/kg): water – 0,001; soil, sugar beets, potatoes – 0,005.

Key words: chlorpropham, beet, potato, soil, water, gas-liquid chromatography, residues, analysis techniques.

С.Н. Козлов¹, В. Р. Кажарский¹, М.Д. Горянцева¹, А.С. Козлова²

¹УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

²УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Республика Беларусь

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОСТОРЕГУЛЯТОРА ЭКОСИЛ, ВЭ НА ЛУКЕ РЕПЧАТОМ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.07.2023

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

Аннотация. В УО БГСХА проведены исследования по возможности применения росторегулятора Экосил, ВЭ на луке репчатом с целью его защиты от пероноспороза. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях умеренного развития пероноспороза применение росторегулятора с иммуномодулирующим действием Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно) позволило к уборке урожая снизить развитие пероноспороза на 26,9–32,5 %. При использовании фунгицида Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно) пораженность листового аппарата к концу вегетации составила 18,5–19,5 %. В результате применения Экосила, ВЭ удалось существенно повысить урожайность товарных луковиц – на 20,9–30,5 ц/га.

Ключевые слова: лук репчатый, иммуномодулятор, регулятор роста, Экосил, ВЭ, Ревус, СК, пероноспороз, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Обеспечить продовольственную безопасность республики и товаропроизводителей можно только за счет стабильного собственного производства сельскохозяйственной продукции в объемах, достаточных для внутриреспубликанского потребления, а также для поставки отдельных видов на экспорт. Важная роль в решении данной проблемы принадлежит осуществлению круглогодичного обеспечения населения качественной и разнообразной овощной продукцией, в том числе репчатым луком [11].

В условиях Беларуси основной болезнью лука репчатого, которая является почти ежегодно, является пероноспороз, или ложная мучнистая роса. Данное заболевание встречается во всех районах, где возделывается лук, за исключением крайних южных континентальных, где оно проявляется довольно редко. Кроме лука репчатого пероноспорозом сильно поражаются лук-батун и лук многоярусный. В меньшей степени страдают от болезни лук-порей, лук-слизун и чеснок [1, 2, 4, 8, 10, 11, 15, 18].

Заведующий отделом холодостойких культур РУП «Институт овощеводства», кандидат с.-х. наук Николай Петрович Купреенко подчеркнул, что при неэффективной защите лука от болезней в период вегетации, основные потери лука обусловлены его болезнями. В условиях производства до 80 % посевов лука могут поражаться пероноспорозом [15].

Основным приемом в защите культуры от болезни является применение фунгицидов в определенной системе, предусматривающей чередование препаратов с разным механизмом действия. Однако в последние годы все большую актуальность приобретает производство экологически чистой продукции. Даже несмотря на то, что отказ от применения комплекса соединений, загрязняющих биосферу, в нынешнем положении АПК, а, возможно, и вообще, произвести невозможно, а биологическое земледелие составляет лишь несколько процентов в мировой практике и неспособно обеспечить потребности населения планеты, оно все же заняло свою определенную нишу в сельскохозяйственном производстве. И следует четко представлять, что дальнейший путь развития сельскохозяйственного производства состоит в максимальном использовании биологических резервов повышения продуктивности агроценозов, среди которых немаловажное значение имеют биопрепараты, регуляторы роста, иммуномодуляторы, индукторы генетической активности природного происхождения [3–5, 9, 10, 12–14, 17, 18].

В настоящее время на рынке Беларуси присутствует биопрепарат отечественного производства Экосил, ВЭ, относящийся к новой группе иммуномодуляторов и стимуляторов роста группы тритерпеновых кислот [5, 12, 13, 16, 17]. Это препарат нового поколения средств защиты растений с четко выраженным фунгицидным и ростостимулирующим эффектом. Действующим веществом является природная сумма тритерпеновых кислот, выделенная из экстракта древесной зелени пихты сибирской [5, 12, 17].

Физиологическая активность тритерпеновых кислот проявляется в стимуляции выведения семян из глубокого покоя и их прорастания за счет инициации растяжения клеток в корне, колеоптиле, а затем в стеблях и листьях. Терпеноиды положительно воздействуют на процесс фотосинтеза в растениях, повышая фотохимическую активность хлоропластов и увеличивая интенсивность фотосинтетического фосфорилирования. Они также усиливают транспирацию, регулируя открывание устьиц [3, 5, 9, 12, 17].

Механизм действия Экосила, ВЭ заключается в активации генетических процессов, приводящих к повышению иммунитета растений. Экосил, ВЭ стимулирует устойчивость растений к абиотическим

стрессам и грибным заболеваниям, что связано с ростом образования в клетках антистрессовых белков и других компонентов системы фитоиммунитета [12, 17].

Препарат Экосил имеет ряд достоинств и преимуществ перед синтетическими стимуляторами роста. Он совместим с фунгицидами, гербицидами (баковые смеси) и минеральными удобрениями, что исключает дополнительные затраты на применение препарата; обладает низкой стоимостью по сравнению с химическими средствами защиты растений. Экосил, ВЭ получают из природных веществ и, в отличие от синтетических препаратов, применение его не способно оказать отрицательное влияние на растения, даже при нарушении существующих регламентов.

Эффективность Экосила, ВЭ отмечена на многих сельскохозяйственных культурах. Так, Экосил, ВЭ способен увеличить их урожайность на 25–36 %, корневую массу – на 35–40 %, всхожесть – на 12–15 %, количество семян и завязей – на 15–20 %. Препарат улучшает качество плодов и семян (увеличивает содержание сухих веществ на 0,6–2,4 %, сахаров – на 0,7–3,0 %, крахмала – на 1,4–1,6 %, витамина С – на 2,0–5,0 мг, маслянистость семян – на 1,5–4,0 %, клейковины – на 1,5–2,2 %, ограничивает содержание нитратов). Экосил, ВЭ способствует уменьшению потерь при хранении, увеличению лежкости плодов и зерен [5, 6, 12–14, 16, 17].

Высокая эффективность применения хвойных экстрактов отмечена и на луке репчатом [12–14, 16, 17]. Так, лук репчатый оказался исключительно отзывчивой культурой на внесение препарата Новосил (0,1+0,1 л/га в период образования 4 листьев и повторно через 15 дней). Применение препарата способствовало увеличению массы луковицы с 60,1 до 98 г, и как следствие, повышению урожайности на 63,0 %. Диаметр луковицы при этом возрос с 46,8 до 54,9 мм, а выход нестандартного лука (менее 30 мм) при этом снизился с 6,6 до 2,9 %. Применение Лариксина по той же схеме было существенно менее эффективным. Тем не менее, он обеспечил достоверный рост урожайности лука (18,65 %) при увеличении диаметра луковицы на 2,2 мм и ее массы на 11,2 г.

Трехкратная обработка растений лука биостимулятором Новосил (по 0,1 л/га) более чем в 5–8 раз снижает пораженность пероноспорозом и на 17–28 % повышает урожайность репки. При обработке семенных посевов лука семена чернушки созревали на 3–5 дней раньше, были более крупными, с повышенной жизнеспособностью и всхожестью, их урожайность повысилась на 34–36 % [16].

По данным И. А. Прищепы, четырехкратное внесение Новосила (по 0,1 л/га), начиная с фазы четырех листьев лука (последующие обработки с интервалом 15 дней), снижает развитие пероноспороза на

20–57 % и способствует получению прибавки урожая 17–86 ц/га в зависимости от интенсивности развития болезни [12, 13].

Росторегулятор Силк (0,1 л/га в фазе четырех листьев + 0,1 л/га через пятнадцать дней после первого) ускорил наступление биологической спелости лука на 3–6 дней, снизил пораженность его пероноспорозом в 3–4 раза, повысил урожайность репки на 25–30 % и ее лежкость на 35–40 % [6].

Таким образом, целью исследований явилось оценка эффективности росторегулятора Экосил, ВЭ на луке репчатом.

Методика проведения исследований. Полевые опыты проводились на базе опытного поля УО БГСХА «Гушково» в 2020–2021 гг. Почва – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке. Она характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,62 %, P_2O_5 – 180–181, K_2O – 230–235 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,7–5,8. В 2020 г. посадка была проведена 23 апреля, а в 2021 г. – 29 апреля; норма высадки – 200 тыс. шт/га. В опыте использовался сорт Ред Барон в 2020 г. и сорт Стурон – в 2021 г. Повторность опыта – четырехкратная. Расположение делянок – рендомизированное. Площадь делянки – 14–15,2 м². Предшественник – капуста белокочанная (2020 г.) и клевер луговой (2021 г.). Общий агрофон для закладки всех вариантов был следующим: $N_{24}P_{60}K_{60}$ – в 2020 г. и $N_{46}P_{60}K_{90}$ – в 2021 г. В 2020 г. уход включал применение гербицидов Стомп Професионал, МКС, 3,2 л/га (после посадки – до всходов), Боксер, КЭ, 2,0 л/га (двукратно) и Фюзилад Форте, КЭ, 2,0 л/га, а в 2021 г. применение гербицидов Стомп Професионал, МКС, 3,2 л/га (после посадки – до всходов), Боксер, КЭ, 2,0 л/га (двукратно), Агрон, ВР, 0,2 л/га и Шогун, КЭ, 2,0 л/га. Опыт проводился по схеме: 1. Контроль (без обработки препаратами); 2. Ревус, СК (мандипропамид, 250 г/л), 0,6 л/га; 3. Экосил, ВЭ (тритерпеновые кислоты, 50 г/л), 0,2 л/га. Препараты были внесены двукратно. Норма расхода рабочей жидкости – 300 л/га. В 2020 г. препараты внесены 01.07.2020 (начало утолщения луковицы) и 17.07.2020 (60 % диаметра луковицы), а в 2021 г. – 05.07.2021 (начало утолщения луковицы) и 15.07.2021 (50 % диаметра луковицы). Закладка полевого опыта, проведение учетов и наблюдений и оценка биологической и хозяйственной эффективности проводились по общепринятой методике [7].

Результаты исследований. В 2020 г. первая профилактическая обработка была проведена 1 июля, когда на прилегающих к опытному полю личных подсобных хозяйствах на многолетнем луке были отмечены признаки пероноспороза. При втором учете (09.07.2020) в контрольном варианте были отмечены первые признаки заболевания (развитие – 1,5 %). В опытных вариантах на 8-е сутки после применения препаратов признаков болезни отмечено не было (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность препаратов в контроле пероноспороза на луке репчатом (опытное поле «Гушково», УО БГСХА, 2020 г.)

Вариант	Дата проведения учета и фаза развития лука	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	09.07.2020 ВВСН 41	3,3	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		0	100
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		0	100
Контроль	17.07.2020 ВВСН 46	11,3	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		2,1	81,3
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		2,5	77,8
Контроль	24.07.2020 ВВСН 47	16,0	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		4,5	71,9
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		5,7	64,4
Контроль	31.07.2020 ВВСН 48	21,8	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		8,6	60,5
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		11,3	48,0
Контроль	07.08.2020 ВВСН 49	33,5	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		18,5	44,8
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		24,5	26,9

В день второй обработки (17.07.2020) развитие пероноспороза в контроле составило 11,3 %. В вариантах опыта, где вносился фунгицид Ревус, СК, развитие болезни было 2,1 %, а эффективность составила 81,3 %. Биологическая эффективность Экосила, ВЭ (0,2 л/га) была равна 77,8 %.

Через неделю (24.07.2020) в контрольном варианте пораженность лука пероноспорозом была 16,0 %. Как и при предыдущем учете, фунгицид Ревус, СК более эффективно сдерживал пероноспороз, чем росторегулятор Экосил, ВЭ (0,2 л/га). Биологическая эффективность Ревуса, СК составила 71,9 %, что оказалось на 7,5 % больше, чем у Экосила, ВЭ.

К следующему учету (31.07.2020) отмечался дальнейший рост развития болезни – до 21,8 %. Благодаря двукратному применению Ревуса, СК развитие болезни не превысило 8,6 %, а эффективность при том составила 60,5 %. Биологическая эффективность регулятора роста в отношении пероноспороза составила 48,0 %.

Через 21 день после последнего применения препаратов интенсивность поражения пероноспорозом в контроле составила 33,5 %. В варианте с Ревусом, СК данный показатель увеличился до 18,5 %, а его

эффективность составила 44,8 %. При применении Экосила, ВЭ в норме 0,2 л/га развитие заболевания было снижено на 26,9 %. В результате к уборке развитие пероноспороза на защищаемых делянках составило, соответственно, 18,5 и 24,5 %.

Двукратное применение фунгицида Ревус, СК (0,6 л/га) в защите лука от ложной мучнистой росы позволило достоверно сохранить 36,0 ц/га урожая товарных луковиц, выращенных из севка (таблица 2). Уровень сохраненного урожая от применения росторегулятора Экосил, ВЭ (0,2 л/га) составил 29,5 ц/га, что оказалось также выше НСР₀₅. При этом Ревус, СК достоверно превзошел Экосил, ВЭ (НСР₀₅ = 5,13 ц/га).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность препаратов на луке репчатом (опытное поле «Гушково», УО БГСХА, 2020 г.)

Вариант	Урожайность товарных луковиц, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Контроль	290,5	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)	326,5	36,0
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)	320,0	29,5
НСР ₀₅	5,13	–

В 2021 г. первая профилактическая обработка была проведена 05 июля. В контрольном варианте при втором учете (10.07.2021) были отмечены первые признаки заболевания (развитие –1,2 %). В вариантах, где применялись препараты Ревус, СК и Экосил, ВЭ, пероноспороз не был выявлен (таблица 3).

К следующему учету (25.07.2021) отмечался дальнейший рост развития болезни – до 14,0 %. Благодаря двукратному применению Ревуса, СК развитие болезни было снижено до 4,8 %, а эффективность составила 66,1 %. Биологическая эффективность иммуномодулятора Экосил, ВЭ в отношении пероноспороза составила 55,7 %.

Через 17 дней после второго применения препаратов интенсивность поражения пероноспорозом в контроле составила 21,0 %. В варианте с Ревусом, СК данный показатель составил 8,3 %, а его эффективность – 60,7 %. При применении Экосила, ВЭ в норме 0,2 л/га развитие заболевания было снижено на 9,9 %. В результате развитие пероноспороза в варианте опыта составило 11,1 % при эффективности 47,1 %.

Очередной учет, проведенный 08.08.2021, позволил выявить увеличение пораженности лука пероноспорозом в контрольном варианте с 21,0 до 31,25 %. В варианте опыта с двукратным применением Ревуса, СК (0,6 л/га) пораженность культуры пероноспорозом не превысила 13,8 %, а Экосила, ВЭ (0,2 л/га) – 18,4 %. В результате биологическая эффективность у фунгицида составила 56,0 %, а у регулятора роста – 41,1 %.

Таблица 3 – Эффективность препаратов в контроле пероноспороза на луке репчатом (опытное поле «Гушково», УО БГСХА, 2021 г.)

Вариант	Дата проведения учета и фаза развития лука	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	05.07.2021 ВВСН 41	0	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		0	–
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		0	–
Контроль	10.07.2021 ВВСН 45	1,2	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		0	100
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		0	100
Контроль	15.07.2021 ВВСН 46	5,3	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		2,0	61,9
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		2,2	58,1
Контроль	20.07.2021 ВВСН 47	8,4	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		3,15	62,3
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		3,8	54,5
Контроль	25.07.2021 ВВСН 48	14,0	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		4,8	66,1
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		6,2	55,7
Контроль	01.08.2021 ВВСН 48	21,0	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		8,3	60,7
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		11,1	47,1
Контроль	08.08.2021 ВВСН 49	31,3	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		13,8	56,0
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		18,4	41,1
Контроль	15.08.2021 ВВСН 49	40,8	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)		19,5	52,1
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)		27,5	32,5

К моменту уборки урожая в контроле 40,8 % листовой поверхности было поражено пероноспорозом. Под действием двукратного применения Ревуса, СК (0,6 л/га) данный показатель снизился до 19,5 %, а под действием иммуномодулятора Экосил, ВЭ (0,2 л/га) – до 27,5 %. Таким образом, биологическая эффективность фунгицида составила 52,1 %, а росторегулятора – 32,5 %.

При возделывании лука репчатого без применения средств защиты от пероноспороза удалось получить 147,8 ц/га товарных луковиц. Двукратное применение фунгицида Ревус, СК (0,6 л/га) в защите лука от ложной мучнистой росы позволило достоверно сохранить 27,6 ц/га урожая луковиц, выращенных из севка (таблица 4). Уровень сохраненного урожая от росторегулятора с фунгицидным действием Экосил, ВЭ (0,2 л/га) составил 20,9 ц/га, что оказалось также выше НСР₀₅. При этом Ревус, СК достоверно превзошел Экосил, ВЭ (НСР₀₅ = 4,42).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность препаратов на луке репчатом (опытное поле «Тушково», УО БГСХА, 2021 г.)

Вариант	Урожайность товарных луковиц, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Контроль	147,8	–
Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно)	175,4	27,6
Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно)	168,7	20,9
НСР ₀₅	4,42	–

Заключение. На протяжении двух лет исследований развитие пероноспороза в условиях опытного поля «Тушково» можно охарактеризовать как умеренное – 33,5–40,8 %. При таком развитии заболевания применение росторегулятора с иммуномодулирующим действием Экосил, ВЭ (0,2 л/га; двукратно) позволило к уборке урожая на 26,9–32,5 % снизить развитие пероноспороза в сравнении с контрольным вариантом. В результате к последнему учету пораженность лука в варианте с Экосилом, ВЭ не превышала 24,5–27,5 %, а при использовании фунгицида Ревус, СК (0,6 л/га; двукратно) – была не более 18,5–19,5 %. В результате применения Экосила, ВЭ удалось существенно повысить урожайность товарных луковиц – на 20,9–30,5 ц/га. Таким образом, если в условиях умеренного развития болезни (25–50 %) от применения росторегулятора с фунгицидным действием Экосил, ВЭ к концу наблюдений получен биологический эффект в отношении пероноспороза в размере 26,9–32,5 %, то при депрессивном и умеренно-депрессивном развитии заболевания (менее 25 % к концу вегетации) можно предположить получение более высокого данного показателя.

Список литературы

1. Бетень, Д. А. Эффективность фунгицида Орвего, КС на луке репчатом / Д. А. Бетень, С. Н. Козлов // Биология и совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, посвящ. 100-тию каф. ботаники и физиологии растений, Горки, 30 окт. 2019 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: О. А. Порхунцова [и др.]. – Горки, 2019. – С. 23–26.
2. Болезни и фитопатогены лука репчатого / В. Л. Налобова [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 40–44.
3. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста растений / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Защита и карантин растений. – 2000. – № 11. – С. 41–42.
4. Кажарский, В. Р. Орондис Ультра – новый уровень в борьбе с пероноспорозом лука / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, А. В. Исаков // Белорус. сел. хоз-во. – 2021. – № 10. – С. 72–74.
5. Комплексное применение КАС с регуляторами роста, микроэлементами и средствами защиты растений при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки, 2006. – 40 с.
6. Ляндерс, Г. В. Силк – регулятор роста и индуктор иммунитета растений / Г. В. Ляндерс, Ч. А. Романовский // Урожай. сотки. – 2002. – № 3. – С. 40–42.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 508 с.

8. Налобова, В. Л. Наиболее распространенные болезни лука репчатого в Беларуси / В. Л. Налобова // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2021. – № 21. – С. 114–119.
9. Никелл, Л. Д. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве / Л. Д. Никелл. – М.: Колос, 1984. – 191 с.
10. Орондис Ультра, СК в борьбе с пероноспорозом лука / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. – 2023. – № 2. – С. 92–95.
11. Попков, В. А. Лук в условиях Республики Беларусь: Биология, агротехника, экономика / В. А. Попков. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – 400 с.
12. Применение биостимуляторов роста новосил, 10% в.э. и экосил, 5% в.э. в посевах сельскохозяйственных культур Беларуси: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 28 с.
13. Прищепа, И. А. Роль фиторегуляторов и микроудобрений в защите овощных культур от болезней / И. А. Прищепа // Агрэкологія : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – Вып. 4 (Проблемы защиты растений и пути их решения). – С. 129–135.
14. Прищепа, И. А. Использование фиторегуляторов и микроудобрений в защите овощных культур от болезней / И. А. Прищепа // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 4. – С. 52–54.
15. Раскрываем потенциал культуры лука вместе с Сингента // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2022. – № 17. – С. 68–73.
16. Романьков, Д. А. Применение препарата «Новосил» при возделывании овощных культур / Д. А. Романьков, Ю. А. Миренков // Интенсивное плодощеводство: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. проф. А. К. Шуина, Горки, 25–26 сент. 2003 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. Р. Цыганов [и др.]. – Горки, 2003. – С. 157–160.
17. Саскевич, П. А. Применение регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур: монография / П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2009. – 296 с.
18. Сравнительная эффективность фунгицида Орондис Ультра в борьбе с пероноспорозом лука / В. Р. Кажарский [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2023. – № 2. – С. 45–50.

S.N. Kozlov¹, V.R. Kazharsky¹, M.D. Goryantseva¹, A.S. Kozlova²

¹ *Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

² *Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus*

EFFICIENCY OF APPLICATION OF ROSTOREGULATOR EKOSIL, WE ON ONION

Annotation. In the UO BSAA, studies were carried out on the possibility of using the growth regulator Ecosil, VE on onion in order to protect it from peronosporosis. As a result of the studies, it was found that under conditions of moderate development of peronosporosis, the use of a growth regulator with an immunomodulatory effect Ecosil, WE (0,2 l/ha; twice) made it possible to reduce the development of peronosporosis by 26,9–32,5% by harvesting – from 33,5–40,8% to 24,5–27,5 %. When using the fungicide Revus, SC (0.6 l/ha; twice), the damage to the leaf apparatus by the end of the growing season was 18,5–19,5 %. As a result of the use of Ecosil, VE, it was possible to significantly increase the yield of marketable bulbs – by 2,09–3,05 t/ha.

Key words: onion, immunomodulator, growth regulator, Ecosil, WE, Revus, SC, peronosporosis, biological and economic efficiency.

Е.А. Мышкевич, С.А. Арашкович

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

АССОРТИМЕНТ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ГОРОХА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И БЕЗОПАСНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 31.05.2023

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

Аннотация. Представлен современный ассортимент химических средств защиты посевов гороха от сорных растений. Проведен сравнительный анализ ранее и в настоящее время используемых гербицидов и дана оценка безопасности их применения на культуре гороха.

Ключевые слова: горох, ассортимент гербицидов, регламенты применения, безопасность применения, остаточные количества.

Введение. Горох является одной из широко распространенных зернобобовых культур в Беларуси, посевные площади которого ежегодно составляют порядка 80–100 тыс. га. В семенах содержится 20–30 % белка, присутствуют углеводы, жиры, клетчатка, витамины, минеральные соли, ферменты, в чем и заключается его кормовая и пищевая ценность для питания человека и животных [8, 9, 17].

Согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг., обеспеченность сельскохозяйственных животных отечественным растительным белком должна составлять не менее 70 % от общей потребности, поэтому посевные площади под зернобобовые культуры неуклонно будут увеличиваться [16].

Наращивание производства продукции растениеводства происходит в том числе за счет применения химических методов защиты сельскохозяйственных культур от вредных объектов. Пестициды, являются высоко биологически активными соединениями, которые преднамеренно вносятся в окружающую среду и циркулируют в ней, поэтому при внедрении и дальнейшем использовании новых препаратов значительное внимание необходимо уделять безопасности их применения. В связи с этим в Беларуси утверждены гигиенические нормативы, которые ограничивают содержание загрязняющих веществ в пищевых продуктах и продовольственном сырье [15]. Также в рамках Евразийского экономического союза используются единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования и проводится санитарно-эпидемиологический контроль [7].

Первоочередное внимание уделяется качеству пестицидов и обеспечению мер безопасного обращения с ними. С этой целью проводятся регистрационные испытания для каждого заявленного препарата, а также тщательная токсиколого-гигиеническая оценка опасности как активного действующего вещества, так и препаративной формы в целом, которая включает в том числе предварительную классификацию средств защиты растений (далее СЗР) по степени опасности.

В Государственном реестре СЗР, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, применяется классификация пестицидов по классу их опасности, согласно которой все пестициды по степени воздействия на пчел (с 2015 г.) классифицированы по 3-м классам: 1 класс – высокоопасные, 2 класс – среднеопасные, 3 класс – малоопасные [5], на живой организм при введении в желудок подразделяются на четыре класса опасности: чрезвычайно опасные – ЛД₅₀ менее 15 мг/кг; высокоопасные – ЛД₅₀ 15–150 мг/кг; умеренно опасные – ЛД₅₀ 151–5000 мг/кг; малоопасные – ЛД₅₀ более 5000 мг/кг [1].

Особое место среди химических загрязнителей занимают гербициды, вопросы безопасного обращения с которыми чрезвычайно важны. В Государственном реестре на 2020 г. зарегистрировано 342 гербицида из 921 СЗР, что составляет 37,1 % от общего числа зарегистрированных торговых названий СЗР [5]. Следует отметить, что гербициды всегда занимали лидирующее положение по количеству зарегистрированных торговых названий. Так, в 2005 г. из 451 СЗР составляли гербициды 160 единиц или 35,5 %, в 2011 г. из 578 – 238 или 41,2 %, в 2014 г. из 752 – 298 или 39,6 % [3, 4, 11].

Таким образом, целью наших исследований являлось сравнить ассортимент гербицидов, разрешенных для защиты посевов гороха в разные годы (2005, 2011, 2014, 2020) и оценить безопасность их применения.

Материалы и методы исследований. Основу материалов в исследованиях составляли гербициды, разрешенные к применению на посевах гороха в разные годы [3, 4, 5, 6, 11]. Аналитические исследования растительных образцов на наличие остаточных количеств действующих веществ гербицидов проводились в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» по общепринятым методикам хроматографическими методами [12]. Пробы отбирались в динамике в соответствии с ГОСТ 34668-2020 [14].

Результаты и их обсуждение. Современный ассортимент гербицидов, согласно «Государственному реестру...» (Минск, 2020), разрешенных к применению в Республике Беларусь на посевах гороха составляет 37 наименований, из них 9 которые вносятся до всходов культуры, 25 по всходам и 3 как до всходов, так и в период вегетации.

В последние годы расширение спектра действия применяемых средств происходит в основном за счет комбинаций различных действующих веществ (далее ДВ).

Как видно из таблицы 1, количество комбинированных гербицидов колебалось от 1 до 2 в период с 2005 по 2014 гг., а в 2020 г. их количество составило 5, что соответствует 13,5 % от общего количества гербицидов.

Таблица 1 – Количественные изменения ассортимента гербицидов для защиты гороха (Государственный реестр СЗР и удобрений, разрешенных к применению на территории РБ разных годов изданий)

Год издания	Число гербицидов	В том числе			Комбинацией двух ДВ
		почвенные	по вегетации (в т.ч. противозлаковые)	внесение до всходов и в период вегетации	
2005 [11]	20	6	13 (6)	1	2
2011 [3]	21	6	14 (6)	1	1
2014 [4]	25	7	16 (9)	2	1
2020 [5]	37	9	25 (12)	3	5

Это важный фактор в современной модернизации ассортимента пестицидов для защиты сельскохозяйственных культур. В посевах гороха долгие годы использовался один препарат с комбинацией ДВ бентазон и МЦПА (Базагран М, ВР). На сегодня это препараты с комбинацией имазамокса с бентазоном (Корсар супер, ВРК; Корум, ВРК) и с хизалфоп-П-этилом (Гермес, МД), также изопротурона с дифлюфениканом (Гром, КС) [6].

Стоит отметить, что увеличивается выпуск препаратов с более современными препаративными формами, представленными концентратами коллоидного раствора (ККР) и суспензии (КС), что приводит к повышению их биологической эффективности, а также экологической безопасности, за счет снижения норм расхода препаратов, уменьшению числа обработок [13], в последнее время появилось больше препаратов белорусского производства (с неполным циклом, т.е. выпуск препаративных форм на основе закупаемых действующих веществ). Все гербициды, зарегистрированные на горохе, относятся к 3 классу опасности (для пчел) [5, 6].

Обеспеченность культуры гербицидами в 2005 и 2011 гг. была на уровне 20–21 препаратов, в 2014 – 25, а уже в 2020 г. ассортимент увеличился в 1,9 раза (таблица 1).

На фоне расширения с 13 до 25 единиц препаратов для применения в период вегетации, количество почвенных гербицидов возросло незначительно – с 6 до 9.

Современный ассортимент гербицидов, разрешенных к использованию на посевах гороха представлен несколькими группами [5, 6].

Прежде всего это набор препаратов на основе прометрина: Гамбит, СК, Гезагард, КС, Прометрекс фло, КС, Бриг, КС; метрибузина: Зенкор ультра, КС, Лазурит ультра, СК, Молбузин, ВДГ, Соил, ВДГ, Магнат, ВДГ; пендиметалина: Стомп профессионал, МКС, которые вносят путем опрыскивания почвы до всходов культуры (таблица 2).

Таблица 2 – Гербициды, разрешенные к применению в посевах гороха до всходов культуры (Государственный реестр СЗР, 2020 г., дополнения за 2021-2023 гг.)

Целевой объект	Торговое название препарата (норма расхода, л или кг / га)
Однолетние двудольные и злаковые	Гамбит, СК (3 - на зерно; в т.ч. 2 - горох овощной), Гезагард, КС (3-5 - на зерно; в т.ч. 2 - горох овощной), Прометрекс фло, КС (3 - семенные посевы), Бриг, КС (3-5 - на зерно; в т.ч. 2 - горох овощной); Зенкор ультра, КС (0,35-0,45 - в т.ч. горох овощной), Лазурит ультра, СК (0,35-0,45), Молбузин, ВДГ (0,2-0,3), Соил, ВДГ (0,3-0,4 - в т.ч. горох овощной), Магнат, ВДГ (0,2-0,3); Стомп профессионал, МКС (2-3); Глобал, ВР* (0,75-1), Родимич, ВР* (0,75-1); Гром, КС (0,75-1 - семенные посевы), Куница, КС (0,75-1 - на зерно)
Однолетние двудольные и злаковые, а также некоторые многолетние двудольные	Пульсар, ВР* (0,75 - горох овощной)
Однолетние двудольные, просо куриное	Пропонит дуо, КЭ (1,5-2,5)
Однолетние и некоторые многолетние двудольные, однолетние злаковые	Тапир, ВК* (0,5-0,75 - горох овощной на семена и для промышленной переработки)

* Есть ограничения на последующие культуры севооборота.

Препараты на основе имазамокса: Глобал, ВР, Родимич, ВР, Пульсар, ВР, которые могут вноситься как до всходов культуры, так и в период вегетации в ранние фазы развития сорных растений и Парадокс, ВРК; Пульсар флекс, ВР – в период вегетации (таблицы 2 и 3).

Расширение спектра действия, кроме однолетних двудольных и злаковых, также некоторые многолетние двудольные сорные растения, имеют гербициды на основе имазетапира: Тапир, ВК, который может применяться как до всходов культуры гороха овощного, так и в период вегетации гороха посевного и овощного (таблицы 2 и 3).

Из почвенных гербицидов можно выделить группу с двумя действующими веществами изопротурон с дифлюфениканом: Гром, КС, о котором упоминалось выше (белорусского производителя ООО «Франдеса») и Куница, КС (применение разрешено с 2022 г., белорусского производителя ОАО «Гроднорайагросервис»). В 2023 г. список пополнился гербицидом Пропонит дуо, КЭ на основе двух действующих веществ: пропизахлор и кломазон (таблица 2).

Таблица 3 – Гербициды, разрешенные к применению в посевах гороха в период вегетации (Государственный реестр СЗР, 2020 г., дополнения за 2021-2023 гг.)

Целевой объект	Торговое название препарата (норма расхода, л или кг / га)
Однолетние двудольные	Парадокс, ВРК* (0,25-0,35); Агритокс, в.к. (0,5-0,8 - на зерно), Агроксон, ВР (0,5), Гербитокс, ВРК (0,5-0,8 - на зерно), Корттик, ВР (0,6-0,9 - на зерно), Хвостокс 750, ВР (0,5), 2М-4Х 750, в.р. (0,5 - на зерно); Базагран, ВР (3 - в т.ч. горох овощной), Бунт, ВР (2), Бенито, ККР (2; в т.ч. 2-3 - горох овощной); Базагран М, ВР (3 - в т.ч. горох овощной)
Однолетние двудольные и злаковые	Глобал, ВР* (0,75-1), Родимич, ВР* (0,75-1); Корум, ВРК (1-1,5 + 1 ПАВ ДАШ - в т.ч. горох овощной), Корсар супер, ВРК* (1,2-1,6)
Однолетние двудольные, просо куриное	Пульсар флекс, ВР* (1,2-1,4)
Однолетние двудольные и злаковые, а также некоторые многолетние двудольные	Пульсар, ВР* (0,75-1 - на зерно); Тапир, ВК* (0,5-0,75 - в т.ч. горох овощной на семена и для промышленной переработки)
Однолетние, многолетние злаковые и однолетние, многолетние двудольные	Гермес, МД* (0,7-0,9)

* Есть ограничения на последующие культуры севооборота.

Из смесевых гербицидов в период вегетации можно применять Корум, ВРК + ПАВ и Корсар супер, ВРК (бентазон + имазамокс), а также Гермес, МД (хизалофоп-П-этил + имазамокс), которые позволяют защищать культуру гороха как от однолетних, так и многолетних сорных растений (таблица 3).

В период вегетации для защиты культуры гороха от однолетних двудольных применяются препараты на основе МЦПА (смесь солей диметиламинной, калиевой и натриевой). Самыми распатроненными здесь являются Агритокс, в.к., Агроксон, ВР, Гербитокс, ВРК, Корттик, ВР, Хвостокс 750, ВР, 2М-4Х 750, в.р. (таблица 3).

Однако к данным гербицидам у ряда видов сорных растений (ромашка непахучая, виды горцев, подмаренник цепкий, фиалка полевая, звездчатка средняя) может возникать устойчивость [10, 18]. Чтобы свести ее к минимуму применяются гербициды на основе бентазона: Базагран, ВР, Бунт, ВР (белорусского производителя ООО «Франдеса»), Бенито, ККР. Как упоминалось ранее, один из первых комбинированных гербицидов в посевах гороха применяется Базагран М, ВР.

Следующую группу составляют граминициды. Это прежде всего препараты на основе хизалофоп-П-этила (синоним квизалофоп-П-этил),

хизалофоп-П-тефурила (синоним квизалофоп-П-тефурил), галаксифоп-Р-метила, флуазифоп-П-бутила и пропаквизафоба, которые применяются как против однолетних, так и многолетних злаковых сорных растений. Это гербициды Агросан, КЭ, Галактион, КЭ, Зеллек супер, КЭ, Миура, КЭ, Пантера, КЭ, Скат, КЭ, Тарга супер, 5% к.э., Таргет супер, КЭ, Форвард, МКЭ, Фюзилад форте, КЭ, Химера, КЭ, Шогун, КЭ, Малибу 104, КЭ. Также гербицид на основе феноксапроп-П-этила против однолетних злаковых сорных растений – Фенова экстра, ВЭ, имеет регистрацию на горохе овощном (таблица 4).

Таблица 4 – Гербициды, разрешенные к применению в посевах гороха в фазу 2-6 листьев у сорных растений и при высоте пырея ползучего 10-15 см (Государственный реестр СЗР, 2020 г., дополнения за 2021-2023 гг.)

Целевой объект	Торговое название препарата (норма расхода, л или кг / га)
Однолетние злаковые	Фенова экстра, ВЭ (0,5-0,75 - горох овощной)
Однолетние и многолетние злаковые	Агросан, КЭ (1; 2 - семенные посевы), Галактион, КЭ (0,4; 1), Зеллек супер, КЭ (0,4-1 - семенные посевы), Миура, КЭ (0,4-0,8; 0,8-1), Пантера, КЭ (0,75-1; 1-1,5 - семенные посевы), Скат, КЭ (0,75-1; 1-1,5 - семенные посевы), Тарга супер, 5% к.э. (1; 2 - семенные посевы), Таргет супер, КЭ (0,9-1; 1,75-2), Форвард, МКЭ (0,6-0,8; 1,2-1,8), Фюзилад форте, КЭ (0,75-2; 2 - в т.ч. горох овощной), Химера, КЭ (0,4-0,6; 0,8-1), Шогун, КЭ (0,5-1; 1,25-1,5), Малибу 104, КЭ (0,4; 1 - семенные посевы)

Важно отметить, что ассортимент гербицидов для применения на посевах гороха овощного (на семена и для промышленной переработки) в несколько раз меньше, чем для гороха на зерно. На данный момент линейка представлена следующими гербицидами: Бриг, КС; Гамбит, СК; Гезагард, КС; Зенкор ультра, КС; Соил, ВДГ; Пульсар, ВР; Тапир, ВК; Базагран, ВР; Бенито, ККР; Базагран М, ВР; Корум, ВРК; Фенова экстра, ВЭ; Фюзилад форте, КЭ.

Овощной горох – одна из наиболее ценных пищевых культур, семена которого в технической спелости используют в свежем, консервированном, замороженном и сушеном виде. Согласно ГОСТа 5312-2014 [2] техническая степень зрелости – незрелые бобы гороха. Более ранние сроки уборки гороха овощного не позволяют применять гербициды, которые разрешены на горохе посевном (на зерно, на семенные цели), так как важной составляющей безопасного использования гербицидов является соблюдение регламентов их применения, особенно сроков ожидания.

В рамках регистрационных испытаний обязательным является инструментальный анализ содержания действующих веществ в конечной продукции, а также в растительных образцах (зеленая масса, солома). Из гербицидов, которые были зарегистрированы в 2021–2022 гг., в лаборатории динамики пестицидов изучались на наличие остаточных количеств действующих веществ следующие препараты: Бенито, ККР

в т.ч. на горохе овощном (АО «Щелково Агрохим», Россия); Куница, КС (ОАО «Гроднорайагросервис», Беларусь), Малибу 104, КЭ (Internacional Quimica DE Cobre S.A. DE C.V., Мексика); Пропонит дуо, КЭ (Ариста ЛайфСайенс С.А.С., Франция); Магнат, ВДГ (Уилловуд Лтд., Китай); Корум, ВРК на горохе овощном (БАСФ Агрокемикал Продактс Б.В., Пуэрто Рико) (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика остаточных количеств ДВ гербицидов в горохе (РУП «Институт защиты растений», лабораторные исследования, 2021–2022 гг.)

Препарат (максимальная норма расхода, л/га, кг/га)	Действующее вещество, г/л, г/кг	Анализируемая матрица	Сутки после об- работки	Результат, мг/кг	МДУ, мг/кг
2021 г.					
Бенито, ККР (3)	бентазон, 300	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зеленый горошек	71	н. о.	0,2
		зерно урожай	93	н. о.	0,2
Куница, КС (1)	изопроту- рон, 500	зеленая масса	60	0,0384	н. н.
		солома урожай	96	н. о.	н. н.
		зерно урожай	96	н. о.	0,01
	дифлюфе- никан, 100	зеленая масса	60	0,0293	н. н.
		солома урожай	96	н. о.	н. н.
		зерно урожай	96	н. о.	н. у.
Малибу 104, КЭ (1)	галокси- фоп-Р-ме- тил, 104	зеленая масса	30	н. о.	н. н.
		зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зерно урожай	68	н. о.	н. у.
2022 г.					
Пропонит дуо, КЭ (2,5)	кломазон, 30	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зерно урожай	109	н. о.	0,01
	пропизох- лор, 720	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зерно урожай	109	н. о.	н. у.
Магнат, ВДГ (0,3)	метрибу- зин, 750	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зерно урожай	60	н. о.	0,1
Корум, ВРК (1,5) + 1 л/га ПАВ ДАШ, КЭ	бентазон, 480	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зеленый горошек	60	н. о.	0,2
	имазамок, 22,4	зеленая масса	60	н. о.	н. н.
		зеленый горошек	60	н. о.	0,05

Примечания: МДУ – максимально допустимый уровень [15]; н. н. – не нормируется; н. у. – не установлен; н. о. – не обнаружен.

Как видно из таблицы 5, действующие вещества исследуемых гербицидов не обнаруживались ни в одном образце в урожае (зерно, зеленый горошек), что свидетельствует о быстрой деградации действующих веществ в растениях.

Обнаруженные в зеленой массе гороха на 60-е сутки после обработки действующие вещества изопротурон и дифлюфеникан препарата Куница, КС находились на уровне 0,0293–0,0384 мг/кг, МДУ не нормируется, однако оно ниже МДУ нормируемое для зерна гороха, в урожае они уже не обнаруживались.

Отсутствие изучаемых действующих веществ гербицидов в урожае гороха (зерно, зеленый горошек, солома) говорит о возможности их безопасного применения.

Выводы. Проведенный анализ состояния ассортимента гербицидов, разрешенных для защиты посевов гороха, показывает, что на данный момент культура обеспечена средствами защиты от всех видов сорных растений, однако ассортимент гербицидов на горохе овощном значительно уступает.

Модернизация ассортимента гербицидов идет преимущественно за счет регистрации комбинированных препаратов.

Контроль динамики деградации действующих веществ в растениях и урожае позволяет формировать безопасный ассортимент пестицидов.

Список литературы

1. Борушко, Н. В. Санитарно-гигиенический контроль содержания пестицидов в пищевых продуктах: учеб. - метод. пособие / Н. В. Борушко, П. Г. Новиков, Н. Л. Бацукова. – Минск: БГМУ, 2017. – 39 с.
2. Горох овощной свежий для консервирования: ГОСТ 5312-2014. Взамен ГОСТ 5312-90; введ. РБ 01.09.2016. – Минск: Гос. комитет по стандартизации РБ, 2016. – 12 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост. Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 543 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост. Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2014. – 627 с.
5. 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.
6. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by>. – Дата доступа: 19.05.2023.
7. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава II. Раздел 15. Требования к пестицидам и агрохимикатам [Электронный ресурс] / Евразийская эконо-

мическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depstanmer/sanmeri/Documents/PesticidaiChimiya.pdf>. – Дата доступа: 13.07.2021.

8. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУ Аинформ, 2000. – 264 с.
9. Зотиков, В. И. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации / В. И. Зотиков, В. С. Сидоренко, Н. В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–10.
10. Илларионов, А. И. Современные методы и средства защиты озимой пшеницы от сорных растений / А. И. Илларионов // Вестн. Воронеж. гос. аграрного ун-та. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 78–93.
11. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; авт.-сост. Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: Инфофорум, 2005. – 416 с.
12. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. рекомендации / П. М. Кислушко [и др.] ; под ред. П. М. Кислушко; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колоград, 2019. – 312 с.
13. Нестерова, Л. М. Новые технологии препаративной формы пестицидов / Л. М. Нестерова, Л. С. Елиневская, Л. А. Березина // Агрохимия. – 2009. – № 1. – С. 33–37.
14. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности: ГОСТ 34668-2020. – Введ. 01.04.2021. – Минск: Гос. комитет по стандартизации. – РБ, 2021. – 42 с.
15. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 // Нац. прав. Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> – Дата доступа: 17.08.2021.
16. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Нац. прав. Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. – Дата доступа: 18.05.2022.
17. Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГ-СХА, 2022. – 54 с.
18. Тенденции изменения сорных ценозов в посевах озимых зерновых культур в условиях Беларуси / С. В. Сорока [и др.]. // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – №. 2. – С. 46–53.

E.A. Myshkevich, S.A. Arashkovich

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

ASSORTMENT OF MEANS FOR PROTECTING PEA FROM WEEDS AND SAFETY OF THEIR APPLICATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. A modern assortment of chemical means for protecting pea from weeds is presented. A comparative analysis of previously and currently used herbicides was carried out and their safety application to pea was evaluated.

Key words: pea, assortment of herbicide, application regulations, application safety, residues.

И.Н. Пашкова¹, Н.С. Сташкевич²

¹ООО «Франдеса», г. Минск

²РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минский р-н

ЗАЩИТА ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.04.2023

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

Аннотация. В статье представлены данные по видовому составу сорняков в посевах кукурузы, биологическая эффективность препаратов почвенного действия и препаратов, применяемых в период вегетации культуры. Отмечены основные принципы работы в системе защиты посевов кукурузы с осени и в вегетационный период роста и развития культуры.

Ключевые слова: кукуруза, видовой состав сорных растений, эффективность, пестициды, баковые смеси.

Введение. Кукуруза – одна из основных кормовых сельскохозяйственных культур в республике. Важным составляющим для обеспечения максимальной реализации ее биологического потенциала, снижения потерь урожая и получения дополнительного количества высококачественной продукции является использование научно обоснованного комплекса мероприятий, направленных на рациональное применение средств защиты. Правильный и своевременный уход за посевами кукурузы определяет величину сохраненного урожая. В начале своего роста и развития кукуруза слабо конкурирует с сорняками за элементы питания, влагу, поэтому контроль сорных растений является одним из главных приемов защиты.

В системе защитных мероприятий культуры предпочтение отдается высокоэффективному химическому методу. Защита растений базируется на принципах регулирования численности вредных организмов в агрофитоценозах до минимального уровня, чтобы исключить их нежелательное воздействие на формирование урожая. Объективной основой эффективной химической защиты растений являются данные о фитосанитарном состоянии посевов.

Цель: определить засоренность посевов кукурузы; изучить эффективность препаратов компании Франдеса в системе защиты посевов кукурузы от вредных объектов.

Методика и условия проведения исследований. Для изучения видового состава сорных растений в посевах кукурузы в хозяйствах республики проводили маршрутные обследования по обще-

принятым методикам [1, 2]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам устанавливали по определителям [3, 4].

Гербициды в мелкоделяночных опытах вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto», в производственных условиях – с помощью опрыскивателя ОП-2000 согласно схемам опытов. Расход рабочего раствора 200–250 л/га. Площадь учетной делянки в мелкоделяночном опыте – 20 м², повторность – 4-кратная, расположение делянок – рендомизированное. Площадь делянок в производственном опыте – 5 га, повторность – 2-кратная. Исследования по эффективности гербицидов проводились в соответствии с «Методическими указаниями...» [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Маршрутные обследования полей, проведенные сотрудниками лаборатории гербологии «Институт защиты растений» показали, что в посевах кукурузы в ботаническом отношении сорные растения характеризуются сравнительно постоянным видовым составом, однако, наблюдаются некоторые различия по агроклиматическим зонам. Наибольшая засоренность в Южной агроклиматической зоне была отмечена просом куриным (17,8 шт./м²), дремой белой (4,3 шт./м²), пасленом черным и марью белой (3,9 шт./м²); в Северной агроклиматической зоне – фиалкой полевой (5,6 шт./м²), просом куриным (5,5 шт./м²), пыреем ползучим (5,0 стеблей/м²), марью белой (4,9 шт./м²), в Центральной – просом куриным (7,9 шт./м²) (таблица 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов кукурузы перед уборкой урожая по агроклиматическим зонам (маршрутное обследование, 2019–2021 гг.)

Вид сорного растения	Количество, стеблей, шт./м ²		
	Северная	Центральная	Южная
Пырей ползучий	5,0	1,6	2,4
Марь белая	4,9	2,4	3,9
Паслен черный	1,2	2,8	3,9
Дрема белая	1,4	1,7	4,3
Просо куриное	5,5	7,9	17,8
Фиалка полевая	5,6	3,6	1,5
Осот полевой	1,0	1,3	0,5
Василек синий	0,8	0,2	0,2
Горец шероховатый	0,9	0,3	1,3
Всех сорняков	26,3	21,8	35,8

Первым этапом в подготовке полей под кукурузу является внесение глифосатсодержащих препаратов с осени с целью подавления многолетних сорняков, что позволит снизить гербицидную нагрузку на культуру в период ее вегетации. Для этих целей подойдет гербициды Вольник супер, ВР (глифосат, 550 г/л) в норме расхода 1,5–3,6 л/га и Вольник смарт, ВР (глифосат, 545 г/л) – 1,3–2,6 л/га. Данные препараты, в состав которых входят высокотехнологичные ПАВы, эффективны

в решении поставленных задач. Уничтожают как надземные, так и подземные органы сорных растений, при этом существенно уменьшаются затраты труда и времени.

Выбор гербицида должен быть обоснованным по совокупности факторов: с учетом видового состава сорняков, степени засоренности полей, погодных и технологических условий.

При отсутствии в агрофитоценозе многолетних сорняков и большой численности однолетних злаковых и двудольных видов целесообразно довсходовое внесение гербицида Экстракорн, СЭ (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л) в норме расхода 3–4 л/га. По данным сотрудников РУП «Институт защиты растений» гибель однолетних сорных растений после обработки указанным гербицидом составляла 96,0 %, их масса снижалась на 95,0 %. Эффективность против проса куриного была на уровне 94,0–96,0 % по численности и массе соответственно. Полностью погибают звездчатка средняя, ромашка непахучая, пастушья сумка, пикульник обыкновенный и др. При применении гербицида Экстракорн, СЭ в фазе 2–3 листьев культуры эффективность также высокая. Численность однолетних сорняков уменьшается на 96,0–97,0 %, их масса – на 92,0–93,0 %. Полностью погибают марь белая, пастушья сумка, пикульник обыкновенный и другие однолетние двудольные сорняки. Повышается эффективность по сравнению с довсходовым внесением против горца вьюнкового и осота полевого – гибель 95,0–100 % и 95,0 %, соответственно.

Высокая биологическая эффективность в условиях 2020 года отмечена при применении баковой смеси гербицида Экстракорн, СЭ с препаратом Франкорн, КС на опытном поле УО «БГСХА» г. Горки Могилевской области. Гербицид Франкорн, КС (мезотрион, 480 г/л) эффективен против комплекса двудольных видов сорных растений, в том числе, и против многолетних сорняков на ранних стадиях их роста. На момент применения данной баковой смеси гербицидов Экстракорн, СЭ (3,5 л/га) + Франкорн, КС (0,2 л/га) в посевах кукурузы присутствовали однолетние двудольные и злаковые сорняки, в результате обработки общая численность сорных растений снизилась на 99,4 %.

В период вегетации культуры зарегистрирован широкий перечень страховых гербицидов: Сатурн, МД – 1–1,5 л/га; Сатурн дуо, МД – 1,25–1,5; Балансир, МД – 0,16–0,2; Фазтон турбо, МД – 0,8–1,0; Таран нео, ВДГ – 20–25 г/га; Метеор, СЭ – 0,4–0,6 л/га.

Гербициды Сатурн, МД (никосульфурон, 40 г/л) и Балансир, МД (римсульфурон, 62,5 г/л) высокочувствительны для контроля злаковых сорных растений. Никосульфурон по отношению к культуре обладает более мягким действием и контролирует широкий ряд однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков (на ранних стадиях их роста). У гербицида Балансир, МД в отличие от его аналогов по действующему веществу, препаративная форма – масляная дисперсия. За счет

этого происходит быстрое и равномерное распределение препарата на поверхности сорняков, что способствует полному проникновению и более высокой эффективности гербицида.

Сотрудниками РУП «Институт защиты растений» проведены исследования по изучению биологической эффективности гербицида Сатурн, МД. Установлено, что общая численность сорных растений через 30 дней после обработки составляла 90,0 %, их масса снижалась на 84,3–86,2 %. Сатурн подавлял рост и развитие многолетнего сорняка – осота полевого (численность и масса снизились на 84,3–94,9 % соответственно).

Известно, что по сравнению с однокомпонентными препаратами комбинированные гербициды более эффективны и имеют более широкий спектр действия. Преимущества сочетания действующих веществ проявляются в расширении спектра сорных растений, на которые оказывает действие гербицид. По результатам опытов в условиях 2021 года применение гербицида Сатурн дуо, МД (мезотрион, 55 г/л + никосульфурон, 40 г/л) на полях УО «БГСХА» г. Горки показало высокую эффективность, которая составляла 98,2 %. Наблюдалась полная гибель ромашки непахучей, звездчатки средней, подмаренника цепкого, мари белой, крестоцветных сорняков (ярутка, пастушья сумка), проса куриного, мятлика однолетнего, дымянки лекарственной, пикульника обыкновенного.

Исследования по изучению биологической эффективности гербицида Балансир, МД показали, что он эффективно подавляет злаковые и некоторые двудольные сорняки, но недостаточно эффективен против доминирующего сорняка мари белой (снижение численности на 60–61,4 %, массы – на 58,4–68,5 %). Для повышения эффективности против мари рекомендуется применение баковой смеси Балансир, МД (0,2 л/га) + Метеор, СЭ (0,6 л/га). Эффективность препарата Балансир, МД не зависит от содержания влаги в почве. Для достижения максимального гербицидного действия обработку необходимо проводить в фазе 2–4 листьев у двудольных сорняков, до начала кущения злаковых и при высоте пырея ползучего 10–15 см, бодяк полевой – в фазе розетки. Однако следует помнить, что марь белая среднечувствительна к гербициду и в случае ее перерастания требуется гербицид-партнер. Рекомендуем применение баковой смеси с одним из гербицидов: Метеор, СЭ в норме расхода 0,4–0,6 л/га или Франкорн, КС – 0,2 л/га.

Препараты на основе 2,4-Д кислоты в виде 2-ЭГЭ целесообразно применять в фазе 3–5 листьев кукурузы с целью сохранения будущего урожая культуры. При обработке позже фазы 3–5 листьев, генеративные органы культуры сильно пострадают, что приведет к потере части урожая.

Для прополки посевов кукурузы в фазе 3–5 листьев против двудольных сорных растений, в том числе и переросших, зарегистрирован гербицид Метеор, СЭ (2,4-Д кислоты в виде 2-ЭГЭ, 300 г/л + флорасулам, 6,25 г/л) в норме расхода 0,4–0,6 л/га. Применение баковой смеси

Сатурн дуо, МД (1,25 л/га) + Метеор, СЭ (0,6 л/га) в фазе 3–5 листьев кукурузы в среднем за три года снижало численность сорных растений на 91,9 %, их вегетативную массу – на 97,1 %. Вегетативная масса чистеца болотного снизилась на 97,8 %, ромашки непахучей на 97,4, мари белой – на 99,3, проса куриного – на 99,0, пырея ползучего – на 95,1 %. Эффективность против осота полевого составляла 95,6 % – по массе и 87,8 % – по численности.

Кроме того, для комплексного решения в защите посевов культуры от однодольных и двудольных сорняков рекомендуем применять препараты на основе двух действующих веществ из разных химических классов: Фаэтон турбо, МД (никосульфурон, 60 г/л + тифенсульфурон-метил, 10 г/л) или Таран нео, ВДГ (римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/кг).

Не менее важным приемом в системе защиты кукурузы от вредных объектов является применение препаратов для протравливания семян. До сева культуры важно провести обработку семян препаратами инсекто-фунгицидного действия. В Республике Беларусь семена белорусской селекции протравливают на кукурузокалибровочных заводах, в то время как семена импортной селекции в страну приходят обработанные, в основном, протравителями фунгицидного действия. В этом случае важно помнить о том, что культура остаётся незащищенной от проволочника, который может нанести значительный ущерб посевам кукурузы. Для предотвращения данной проблемы рационально обрабатывать семена инсекто-фунгицидными протравителями или обязательно дополнительно проводить протравливание семян препаратами инсектицидного действия.

Для этих целей представлен препарат инсектицидного действия Койот, КС, содержащий в своем составе 600 г/л имидаклоприда (норма расхода 4–5 л/т). Пестицид эффективно работает против почвенных вредителей, а также есть возможность его применения в баковой смеси с фунгицидными протравителями, в таком случае, осуществляется комплексная защита культуры. Возможно применение баковых смесей следующих продуктов: Койот, КС + Багрец, КС (флудиоксонил, 50 г/л + азоксистробин, 21 г/л) – норма расхода (4–5 л/т + 0,6 л/т), или на выбор другие протравители фунгицидного действия Вершина, КС (тебуконазол, 30 г/л + азоксистробин, 22 г/л) с нормой расхода 1 л/т, или Фразол, КС (тебуконазол, 60 г/л + триадименол, 60 г/л) с нормой расхода 0,4–0,5 л/т.

В период начала выбрасывания метелки, когда основная защита от сорняков проведена, существует опасность повреждения посевов кукурузным стеблевым мотыльком. Вредитель может нанести большой урон урожаю культуры: повреждает стебли, листья, початки кукурузы. Для решения данной проблемы незаменимым помощником является инсектицид Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)

с нормой расхода 0,3 л/га. По данным РУП «Институт защиты растений» ЭПВ для кукурузного стеблевого мотылька составляет 1–4 яйцекладки / на 100 растений [6]. При обнаружении данного вредителя целесообразно сразу осуществить обработку посевов препаратом Велес, КС. Фаза обработки совпадает с фазой развития культуры (начало выметывания метелки). Кроме этого, для своевременного выявления данного вредителя важно с начала лета осуществлять постоянный мониторинг посевов кукурузы.

Выводы. Безусловно, каждое хозяйство имеет свою специфику возделывания культуры, но рациональный, грамотный подход ко всем элементам технологии, своевременный мониторинг полей на наличие вредных объектов, регламентированное применение средств защиты растений в посевах кукурузы позволит получить высокие и качественные урожаи.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию: учебное пособие / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М., 1977. – С. 207–215.
2. Туликов, А. М. Методы учета и картирования сорнополевой растительности: учебное пособие / А. М. Туликов; МСХ СССР, Моск. С.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 1974. – С. 5–10.
3. Фисюнов, А. В. Сорные растения: альбом-определитель / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.
4. Клаассен, Х. Сорные растения, распространение и вредоносность (определение видов) / Х. Клаассен, Й. Фрайтаг; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ, 2004. – 266 с.
5. 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.
6. Вредители кукурузы, мониторинг и мероприятия по ограничению их численности / Л. И. Трепашко [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2021. – 107 с.

I.N. Pashkova¹, N.S. Stashkevich²

¹Frاندesa Company, Minsk. Republic of Belarus

²RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

PROTECTION OF CORN CROPS FROM HARMFUL OBJECTS

Annotation. The article presents data on the species composition of weeds in corn crops, the biological effectiveness of soil preparations and preparations used during the growing season of the crop. The main principles of work in the system of protection of corn crops from autumn and during the growing season of crop growth and development are noted.

Key words: corn, species composition of weeds, efficiency, pesticides, tank mixes.

Е.А. Якимович, С.В. Сорока

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

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.04.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Жуковский А.Г.

Аннотация. Отмечена тенденция роста объемов применения средств защиты растений в Республике Беларусь в период с 2001 по 2020 гг. в 5,3 раза – с 47,2 до 251,3 млн долл. Самый большой объем в структуре средств защиты растений занимают гербициды (60,3–66,4 %), за ними следуют фунгициды (16,9–19,7 %), препараты для предпосевной обработки семян (8,6–12,0 %), инсектициды и акарициды (2,2–5,3 %). Отмечается рост производства и применения средств защиты растений отечественного производства (объемы по тоннажу составляют 40–41 %, в денежном выражении – 31–33 % от объемов применения всех СЗР). Республика Беларусь по объемам применения пестицидов (1,0 кг д.в. пестицидов на 1 га пахотных земель) находится на уровне таких стран как Норвегия и Украина: 0,80 кг д.в./га – по данным FAO и 0,79 – данные РУП «Институт защиты растений». Однако данный показатель не указывает в полной мере экологическую нагрузку пестицидов на окружающую среду (класс пестицида, токсичность, персистентность и др.). В Евросоюзе отмечается увеличение доли хозяйств с органическим сельским хозяйством, а также увеличение объемов применения неорганических фунгицидов (57 % от всех фунгицидов и бактерицидных средств), что в целом показывает более высокую биологическую направленность сельского хозяйства в рамках Евросоюза (9,09 % сельскохозяйственных площадей).

Ключевые слова: средства защиты растений, пестициды, объемы применения, сельскохозяйственные земли, пахотные земли, пестицидная нагрузка.

Введение. Республика Беларусь за последние десятилетия последовательно и уверенно наращивает свою роль в качестве одного из лидеров глобального продовольственного сектора.

Мировой опыт показывает, что любая из известных ныне систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы интенсификации невозможна без организованной защиты растений как фактора, определяющего высокие урожаи. Растения, как и любые живые организмы, нуждаются не только в полноценном сбалансированном питании, комфортных условиях развития и роста, но и в защите от болезней, вредителей, сорных растений и других неблагоприятных факторов окружающей среды. Потенциальные потери урожая сельскохозяйственной продукции от вредных объектов при

отсутствии эффективной защиты составляют 25–40 %, по отдельным культурам до 80–90 %.

Своевременное проведение защитных мероприятий по данным многолетних исследований РУП «Института защиты растений» обеспечивает в среднем сохранение 8–9 ц/га урожая зерна, 10 ц/га зерна кукурузы, 78 ц/га зеленой массы, 20 ц/га сахарной свеклы, 42 ц/га картофеля. Поэтому широкое внедрение научно-обоснованных интегрированных систем защиты растений позволяет существенно повысить результативность технологий возделывания сельскохозяйственных культур и улучшить экономические показатели производства растениеводческой продукции.

Целью данной работы являлся анализ существующих тенденций в применении средств защиты растений в Республике Беларусь.

Методика проведения исследований. Основой для проводимого анализа являлись данные Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Результаты и обсуждение. По состоянию на 2011 г. в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» было зарегистрировано 614 средств защиты растений (далее – СЗР), однако к 2020 г. количество препаратов значительно выросло и составила 947 наименований (таблица 1).

Таблица 1 – Структура средств защиты растений в Республики Беларусь зарегистрированных в «Государственном реестре средств защиты растений...»

Группа препаратов	Количество препаратов, шт.	
	2011	2020
Инсектициды и акарициды	74	108
Фунгициды	91	215
Препараты для предпосевной обработки семян	63	90
Гербициды	250	335
Десиканты	16	29
Биопрепараты	29	34
Биотехнические средства	30	34
Феромоны и репеленты	13	24
Нематициды	1	0
Родентициды	3	2
Моллюскоциды	0	1
Регуляторы роста растений	44	75
Итого препаратов	614	947

В целом ежегодно применяется около 400–500 наименований СЗР отечественного и зарубежного производства.

Видно, что затраты на приобретение пестицидов с 2001 по 2010 гг. выросли почти в 4 раза: для проведения защитных мероприятий сельхозпроизводителями республики в 2001 г. было использовано СЗР на 47,2 млн долл., в 2005 г. – на 87,4 млн долл., в 2010 г. – на сумму 200 млн долл. (таблица 2). С 2011 по 2020 гг. затраты на СЗР также постепенно увеличились в 1,4 раза: стоимость применения СЗР в 2011, 2015, 2016 гг. составляла 173,1–175,2 млн долл., в 2012–2014 и 2017–2020 колебалась между суммами в 209,0 и 252,2 млн долл. (таблица 3).

Хотелось бы отметить, что по группам пестицидов также отмечают различия по годам применения. Объемы в стоимостном выражении применяемых гербицидов от общего объема СЗР несколько снизились: в 2002–2009 гг. их доля в среднем составляла от 70,3 до 78,5 %, в 2010–2020 гг. отмечается снижение их применения до 60,3–66,4 %. В 2001–2010 гг. денежные расходы на внесенные фунгициды составляли от 7,2 до 15,6 % в общей сумму затрат на СЗР, однако в 2011–2020 гг. возросли от 16,9 до 19,7 %. Применение протравителей занимает около 8,6–12,0 % от общего объема СЗР. Доля на инсектициды колебалась в 2001–2010 гг. от 1,2 до 2,6 %, причем в последние 10 лет отмечается увеличение применения данной группы СЗР (от 2,2 до 5,3 %) (таблица 2 и 3).

До начала 90-х годов потребность сельского хозяйства Беларуси средств защиты растений обеспечивалась в основном за счет импорта из России, Германии, США, Венгрии, Швейцарии, Австрии и др. государств.

Таблица 2 – Структура средств защиты растений, применяемых в Беларуси

Группа препаратов	Стоимость применяемых пестицидов, млн долл.				
	2001	2002	2003	2004	2005
Протравители	8,5	9,1	7,2	7,3	9,8
Фунгициды	6,3	4,9	4,3	5,2	8,9
Гербициды	30,7	38,5	42,5	56,8	66,1
Инсектициды	1,1	1,4	1,2	1,5	1,4
Прочие	0,6	0,4	0,5	1,6	1,2
Итого	47,2	54,3	55,7	72,4	87,4
Группа препаратов	Стоимость применяемых пестицидов, млн долл.				
	2006	2007	2008	2009	2010
Протравители	12,5	12,1	13,7	15,4	19,4
Фунгициды	13,4	12,8	24,1	23,7	31,2
Гербициды	68,8	96,8	134,5	131,2	139,7
Инсектициды	1,8	2,2	2,6	2,7	2,5
Прочие	1,3	2,8	4,7	7,0	7,3
Итого	97,8	126,7	179,6	180,0	200,1

Таблица 3 – Структура средств защиты растений, применяемых в Беларуси

Группа препаратов	Стоимость применяемых пестицидов, млн долл.				
	2011	2012	2013	2014	2015
Протравители	17,8	21,5	20,6	26,4	20,8
Фунгициды	30,4	39,3	41,8	44,0	32,0
Гербициды	116,4	133,5	140,4	147,0	106,2
Инсектициды	3,9	5,6	7,5	7,4	6,1
Прочие	6,7	9,1	8,9	9,2	8,7
Итого	175,2	209,0	219,2	234,0	173,8
Группа препаратов	Стоимость применяемых пестицидов, млн долл.				
	2016	2017	2018	2019	2020
Протравители	16,5	20,0	19,9	21,3	21,6
Фунгициды	29,3	36,6	37,1	45,3	51,0
Гербициды	114,0	139,2	137,3	141,2	152,0
Инсектициды	7,1	8,7	10,7	12,0	13,4
Прочие	6,2	5,5	8,3	9,6	14,2
Итого	173,1	210,0	213,3	229,4	252,2

С учетом экономической ситуации и мировых тенденций, в целях обеспечения продовольственной безопасности страны и экономии валютных средств в Республике Беларусь с 2003 г. реализовалась Государственная программа “Химические средства защиты растений (пестициды)”.

В республике средства защиты растений производятся на таких предприятиях как ЗАО «Август-Бел», ООО «Франдеса», ОАО «Гроднонорайагросервис» и ОАО «Гомельский химический завод». Кроме того, функционирует ряд производств, нарабатывающих небольшие партии фунгицидов, регуляторов роста, биопрепаратов и др.

Массовая наработка средств защиты растений в республике начата в 2008 г. и с этого момента объемы производства и поставок средств защиты растений отечественного производства ежегодно увеличиваются. Так, в 2007–2010 гг. отечественными предприятиями поставлено 599–6711 тонн пестицидов на сумму 127–206 млн долл., в 2011–2015 гг. – 5838–3797 тонн на сумму 175–174 млн долл., в 2016–2020 гг. поставлено 3904–4566 тыс. тонн пестицидов на сумму 173–252 млн дол. В целом за последние 3 года объемы по тоннажу составляют 40–41 %, в денежном выражении – 31–33 % от объемов применения всех СЗР (таблица 4).

В целом по республике в 2015 и 2020 г. достаточно активно применялись гербициды: доля отечественных гербицидов составляла 46–54 % от общего объема препаратов против сорной растительности по тоннажу и 36–37 % к общему объему по их стоимости. Доля фунгицидов отечественного производства – от 26 до 28 % (по тоннажу) и от 18 до

27 % по стоимости. Увеличилась доля инсектицидов – с 5 до 25 % по тоннажу и с 8 до 35 % по стоимости от общего объема инсектицидов. Возросли объемы производства биопрепаратов с 10 до 58 % по тоннажу и с увеличением доли в продаже СЗР с 0,4 до 26 % в общем объеме биологических средств защиты (таблица 5).

Таблица 4 – Объемы применения средств защиты растений отечественного производства

Годы	Объемы применения средств защиты растений					
	тонн пестицидов		% к общему объему всего	на сумму, млн долл.		% к общему объему всего
	всего	в т.ч. отечественного производства		всего	в т.ч. отечественного производства	
2007	11686	599	5	127	19	15
2008	12784	4959	39	180	44	25
2009	12949	5432	42	179	38	21
2010	14007	6711	48	206	55	27
2011	12410	5838	47	175	55	31
2012	14429	7427	51	209	77	37
2013	13676	6308	46	219	77	35
2014	12287	5889	48	234	90	38
2015	8630	3798	44	174	58	33
2016	8267	3904	47	173	35	20
2017	9113	4337	48	210	45	21
2018	9648	3906	40	213	70	33
2019	10619	4221	40	229	70	31
2020	11157	4566	41	252	78	31

Кроме того, постоянно расширяется ассортимент СЗР отечественного производства. Например, в 2007 г. нарабатывались пестициды лишь 6 наименований, а в 2011 г. применялось 28 гербицидов, в т.ч. 12 глифосатов, 11 фунгицидов, 8 протравителей, 4 инсектицида, 5 регуляторов роста и 6 биопрепаратов отечественного производства. В 2015 г. в республике вносили 38 гербицидов, из них 9 глифосатов, 4 инсектицида, 23 фунгицида, 11 протравителей, 3 регулятора роста, 4 биопрепарата, 1 десикант и 2 биотехнических средства. В 2020 г. ассортимент СЗР значительно расширился: вносили 65 гербицидов, в т.ч. 9 глифосатов, 7 инсектицидов, 29 фунгицидов, 15 протравителей, 8 биопрепаратов, 2 родентицида и 2 биотехнических средства. Следует учесть, что в ассортимент указанных выше СЗР в группу гербициды, а также дефолианты и десиканты включены одинаковые глифосатсодержащие гербициды, подобное отмечается для ряда фунгицидов и регуляторов роста растений (например, Колосаль, КЭ, Догода, КЭ) (таблица 6).

Таблица 5 – Применение средств защиты растений отечественного производства в 2015 и 2020 гг.

Наименование групп препаратов	Всего пестицидов		в т. ч. отечественного производства			
	тонн	на сумму тыс. долл.	тонн	на сумму тыс. долл.	% к общему объему по тоннажу	% к общему объему по стоимости
Применено в 2015 г.						
Гербициды	5629,7	106158,7	3028,2	39710,3	54	37
Инсектициды	266,4	6131,0	13,4	498,3	5	8
Фунгициды	1222,9	32042,4	337,9	8686,8	28	27
Протравители	823,9	20782,8	356,1	8193,2	43	39
Регуляторы роста	329,3	3516,5	55,6	419,9	17	12
Родентициды	6,1	39,2	0	0	0	0
Десиканты и дефолианты	49,1	634,0	4,5	53,4	9	8
Биопрепараты	22,3	2182,8	2,2	9,1	10	0
Прочие	279,9	2355,7	0,05	0,8	0	0
ИТОГО по РБ	8629,7	173843,1	3797,8	57571,7	44	33
Применено в 2020 г.						
Гербициды	7997,6	151998,6	3689,0	55186,9	46	36
Инсектициды	377,3	13416,5	93,6	4632,7	25	35
Препараты для борьбы с вредителями запасов	4,2	109,4	0	0	0	0
Фунгициды	1305,3	51047,5	333,4	9367,1	26	18
Протравители	610,9	21,631,1	209,6	6429,5	34	30
Регуляторы роста	377,4	8829,2	82,0	1104,2	22	13
Биопрепараты	17,7	201,4	10,273	52,0	58	26
Десиканты и дефолианты	218,9	3051,0	85,226	1109,3	39	36
Родентициды	6,1	70,0	1,229	9,2	20	13
Биотехнические средства	1,2	13,4	0,887	4,4	74	33
Прочие	240,8	252202,3	60,384	469,8	25	26
ИТОГО по РБ	11157,4		4565,6	78365,2	41	31

Таблица 6 – Структура средств защиты растений, применяемых в Беларуси

Группа препаратов	Ассортимент СЗР отечественного производства		
	2011	2015	2020
Протравители	8	11	15
Фунгициды	11	23	29
Гербициды	28	38	56
в т.ч. глифосаты	12	9	9
Инсектициды	4	4	7
Дефолианты и десиканты	9	1	7
Регуляторы роста	5	3	20
Биопрепараты	6	4	8
Родентициды	0	0	2
Биотехнические средства	0	2	2

Хотелось бы отметить, что данные по применению СЗР в Республике Беларусь передаются в статистический комитет FAOSTAT, где в режиме реального времени можно отследить применение пестицидов в различных странах мира, и в т.ч. нагрузку пестицидов на пахотные земли. Данные из различных стран поступают в виде тоннажа препаратов в препаративной форме пестицида, однако FAO переводит их в действующие вещества [1] (таблица 7).

Таблица 7 – Пестицидная нагрузка на 1 га пахотных земель в 2020 г.

Страна	Площадь пахотных земель, тыс. га	Всего пестицидов израсходовано, тонн д.в.	Пестицидная нагрузка, кг д.в./га
Беларусь	5760,0	4589,0	0,80
Германия	11862,0	48002,0	4,05
Греция	3220,2	10475,0	3,25
Италия	9260,0	56556,0	6,11
Нидерланды	1042,0	11275,4	10,82
Норвегия	807,7	688,0	0,85
Латвия	1343,0	1900,4	1,42
Литва	2284,0	2558,8	1,12
Польша	11271,0	24168,0	2,14
Россия	1234442,0	90534,9	0,07
Украина	33777,0	24622,0	0,73
Франция	18970,0	65216,43	3,44

Пестицидная нагрузка по Республике Беларусь в 2020 г. составила 0,80 кг д.в./га общей площади пахотных земель. По результатам полученных данных можно судить, что Республика Беларусь по объемам применения средств защиты растений находится на уровне таких стран как Норвегия и Украина.

Сравнивая подсчеты, выполненные в 2010 и 2020 г., видно, что по данным Государственного земельного кадастра [2, 3] площадь сельскохозяйственных земель в 2010 г. составляли 8926,9 тыс. га, в том числе пахотных – 5 510,5, в 2020 г. – 8390,6 тыс. га и 5662,1 тыс. га соответственно (таблица 8).

Таблица 8 – Структура сельскохозяйственных земель Республики Беларусь [2, 3]

Виды земель	Площадь, тыс. га	
	2010 г.	2020 г.
Сельскохозяйственные земли всего	8926,9	8390,6
в том числе пахотные	5516,5	5662,1
земли под постоянными культурами	120,3	106,5
луговые земли	3263,1	2520,8

Расчетная пестицидная нагрузка показала, что использование пестицидов, выраженное в количестве действующего веществ, составило: в 2010 г. – для всех сельскохозяйственных земель – 0,65 кг д.в./га, для пахотных земель – 1,03, для пахотных земель и земель под постоянными культурами – 1,01 кг д.в./га; в 2020 г. – для всех сельскохозяйственных земель – 0,53 кг д.в./га, для пахотных земель – 0,79, для пахотных земель и земель под постоянными культурами – 0,77 кг д.в./га (таблица 9).

Таблица 9 – Пестицидная нагрузка в Республике Беларусь по группам препаратов

Группы пестицидов	Объем применения средств защиты растений, тонн д.в.		Пестицидная нагрузка, кг д.в./га					
			всех сельскохозяйственных земель		пахотных земель		пахотных земель и земель под постоянными культурами	
	2010 г.	2020 г.	2010 г.	2020 г.	2010 г.	2020 г.	2010 г.	2020 г.
Фунгициды	638,5	471,4	0,07	0,06	0,12	0,08	0,10	0,08
Гербициды	4664,4	3604,3	0,52	0,43	0,85	0,64	0,83	0,62
В т.ч. глифосаты	2392,4	1993,5	0,27	0,24	0,43	0,35	0,42	0,35
Инсектициды	50,9	114,9	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
Протравители	129,4	109,7	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Регуляторы роста	211,7	162,3	0,002	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03
Всего	5694,6	4462,6	0,65	0,53	1,03	0,79	1,01	0,77

Следует отметить, что показатель пестицидной нагрузки, выражаемый в количестве действующих веществ пестицидов, приходящихся на 1 га сельскохозяйственных/пахотных земель не отражает вредное влияние средств химизации на окружающую среду, поскольку потенциальная опасность в большей мере зависит от таких факторов как класс пестицида, токсичность, персистентность и др. показателей.

Хотелось бы подчеркнуть, что в 2020 г. по данным Eurostat на долю неорганических фунгицидов (содержащих соединения меди, неорганическую серу и другие неорганические фунгициды, многие из которых разрешены для органического земледелия) приходилось чуть более половины (57 %) «фунгицидов и бактерицидных средств», продаваемых в ЕС [4]. Страны, которые активно вносят неорганические фунгициды – это Испания, Италия, Франция, Турция, Португалия, Германия, Венгрия, Австрия и др. [5], также отмечается увеличение количества хозяйств в системе органического земледелия. Доля земельных площадей для органического сельского хозяйства в совокупной площади сельскохозяйственных земель составляет для Беларуси лишь 0,02 %, что значительно ниже уровня стран Евросоюза. Так, если в 2015 г. доля площадей в хозяйствах, занимающихся органическим сельским хозяйством занимала 6,65 % от общей сельскохозяйственной земли, то в 2020 г. – 9,09 %, что в целом указывает на более высокую биологическую направленность сельского хозяйства в рамках Евросоюза.

Заключение. Таким образом, отмечена тенденция роста объемов применения средств защиты растений в Республике Беларусь в период с 2001 по 2020 гг. в 5,3 раза – с 47,2 до 251,3 млн долл. Самый большой объем в структуре средств защиты растений занимают гербициды (60,3–66,4 %), за ними следуют фунгициды (16,9–19,7 %), препараты для предпосевной обработки семян (8,6–12,0 %), инсектициды и акарициды (2,2–5,3 %). Отмечается рост производства и применения средств защиты растений отечественного производства (объемы по тоннажу составляют 40–41 %, в денежном выражении – 31–33 % от объемов применения всех СЗР). Республика Беларусь по объемам применения пестицидов (1,0 кг д.в. пестицидов на 1 га пахотных земель) находится на уровне таких стран как Норвегия и Украина: 0,80 кг д.в./га – по данным FAO и 0,79 – данные РУП «Институт защиты растений». Однако данный показатель не указывает в полной мере экологическую нагрузку пестицидов на окружающую среду (класс пестицида, токсичность, персистентность и др.). В Евросоюзе отмечается увеличение доли хозяйств с органическим сельским хозяйством, а также увеличение объемов применения неорганических фунгицидов (57 % от всех фунгицидов и бактерицидных средств), что в целом показывает более высокую биологическую направленность сельского хозяйства в рамках Евросоюза (9,09 % сельскохозяйственных площадей).

Список литературы

1. FAOSTAT [Electronic resource] // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Mode of access: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>. – Date of access: 10.04.2023.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2011. – 283 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2021. – 179 с.
4. 346 000 tonnes of pesticides sold in 2020 in the EU [Electronic resource] // EUROSTAT. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220502-1>. – Date of access: 10.04.2023.
5. Agriculture [Electronic resource] // EUROSTAT. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/main-tables>. – Date of access: 10.04.2023.

E.A. Yakimovich, S.V. Soroka

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

ANALYSIS OF USE OF PLANT PROTECTION MEANS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. There was a tendency in the growth of the volume of use of plant protection means by 5,3 times – from 47,2 to 251,3 million dollars in the Republic of Belarus for 2001–2020. Herbicides have the largest share in the structure of plant protection means (60,3–66,4 %), followed by fungicides (16,9–19,7 %), preparations for pre-sowing seed treatment (8,6–12,0 %), insecticides and acaricides (2,2–5,3 %). There is an increase in production and use of domestic plant protection means (tonnage volumes amount to 40–41%, in monetary form – 31–33 % of the total amount of all plant protection means). The Republic of Belarus in terms of the amount of pesticide use (1,0 kg of active ingredients of pesticides per 1 hectare of arable land) is on one level with such countries as Norway and Ukraine: 0,80 kg of active ingredients per ha (FAO data) and 0,79 kg of active ingredients per ha (data of the Institute of Plant Protection). However, this index does not fully indicate the load of pesticides on the environment (pesticide class, toxicity, persistence, etc.). In the European Union, there is an increase in the share of farms with organic agriculture, as well as an increase in the volume of use of non-organic fungicides (57 % of all fungicides and bactericides), which in general shows a higher biological orientation of agriculture within the European Union (9,09 % of agricultural areas).

Key words: plant protection means, pesticides, amounts of application, agricultural lands, arable lands, pesticide load.

Е.Н. Янковская¹, Д.В. Войтка¹, И.Н. Феклистова², М.В. Федорович¹

¹РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минский р-н

²Белорусский государственный университет, г. Минск

РОЛЬ ЭЛИСИТОРНОГО ПРЕПАРАТА МАКСИММУН, КС В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ ТЕПЛИЧНЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Дата поступления статьи в редакцию: 25.07.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Ярчаковская С.И.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности регулятора роста МаксИммун, КС, обеспечивающего индукцию системной устойчивости растений, при выращивании овощных культур в условиях закрытого грунта. Применение препарата способствовало достоверному снижению пораженности растений огурца мучнистой росой и стеблевой формой серой гнили, обеспечило биологическую эффективность 22,3–56,3 и 20,5–27,7 % соответственно, и прибавку урожая плодов 4,0–4,7 %.

Ключевые слова: элиситоры, индукция системной устойчивости, *Pseudomonas*, *Bacillus*, закрытый грунт, томат, огурец, болезни, эффективность, урожайность.

Введение. Несмотря на высокую стабильность биотических и, особенно, абиотических факторов, на посадках овощных культур в закрытом грунте создаются исключительно благоприятные условия для развития возбудителей болезней растений [1]. Развитию фитопатогенов и их распространению через семена, поливную воду и аэрогенно, способствует, их экологическая концентрация на ограниченном видовом наборе тепличных овощных культур. Повышение или индукция приобретенной устойчивости является одним из эффективных подходов к контролю патогенов растений. В отличие от фунгицидов иммуномодуляторы не провоцируют возникновение резистентности у фитопатогенов, являются эффективным средством для профилактики большинства инфекционных и неинфекционных заболеваний растений, способны стимулировать иммунный потенциал растений [2–4]. Выявлено, что в растениях под влиянием элиситорных воздействий запускаются механизмы защитной системы хозяина, обозначенные как «системная индуцированная устойчивость» (induced systemic resistance (ISR)) и «системная приобретенная устойчивость» (systemic acquired resistance (SAR)) [3, 5, 6], где важную роль играют сигнальные пути, регулируемые жасмоновой и салициловой кислотами [7]. Прайминг

(предобработка) растений элиситорами индуцирует быструю иммунную реакцию растения на последующую атаку патогенов [8]. Известно также, что некоторые из препаратов элиситорного типа обладают непосредственно антифунгальной активностью [9].

В качестве индукторов устойчивости могут выступать регуляторы роста на основе функциональных аналогов гормонов, ингибиторов синтеза хитина, препараты на основе поли- и олигосахаридов, на основе бактериальных культур, карбоновых кислот, различных сочетаний хитозана и карбоновых кислот. На тепличных овощных культурах хорошую эффективность показали препараты на основе хитозана, янтарной и глутаминовой кислот [10], внутриклеточных метаболитов бактерий *Pseudomonas putida*, *P. aurantiaca*, *P. fluorescens* и *Burkholderia gladioli* [11–15].

Таким образом, с учетом значительного количества успешных научно-практических разработок по созданию индукторов устойчивости растений актуальным являлось оценка целесообразности применения элиситорного препарата МаксИммун, КС на основе инактивированных клеток бактерий *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *Bacillus subtilis* 494 для индукции системной устойчивости растений тепличных овощных культур.

Цель исследований заключалась в оценке эффективности препарата МаксИммун, КС при выращивании овощных культур в условиях закрытого грунта.

Условия и методы проведения исследований. Исследования эффективности элиситорного препарата МаксИммун, КС проводили в производственных условиях овощеводческих хозяйств Витебской, Гомельской и Гродненской областей в 2017–2018 гг. на культурах огурца и томата закрытого грунта согласно общепринятым методическим требованиям. В процессе проведения экспериментов осуществляли учет и анализ биометрических и фитопатологических показателей [16, 17].

Схема исследований по оценке эффективности препарата МаксИммун, КС при применении способом полива (0,1 %-ная рабочая жидкость) предполагала 3-кратное внесение на культуре огурца и 4-кратное – на культуре томата: первое – через 10–14 суток после высадки растений на постоянное место в теплицу, последующие – с интервалом 7–14 суток. Схема опытов по оценке эффективности препарата МаксИммун, КС при применении способом опрыскивания включала двукратное внесение 1,0 %-ной рабочей жидкости с интервалом 20–21 сутки.

Во всех экспериментах в качестве варианта сравнения использовали регулятор роста Оксигумат, Ж (двукратный полив 0,1 %-ной р.ж. согласно зарегистрированному регламенту применения), в качестве контрольного варианта – защитные мероприятия, проводимые в хозяйстве.

В период проведения исследований в теплицах поддерживали ночной температурный режим – 18–20 °С, дневной – 21–28 °С, влажность воздуха – 75–80 %.

Стадии развития растений определяли в соответствии со шкалой ВВСН [18].

Статистический анализ полученных результатов проводили в пакетах статистического анализа MS Excel (однофакторный дисперсионный анализ, описательная статистика) с учетом групповых различий между средними значениями на основе наименьшей существенной разницы (НСР) и доверительного интервала с вероятностью 95 % [19].

Результаты исследований. В 2017 г. в условиях полевого эксперимента оценивали влияние препарата МаксИммун, КС способом полива на морфофизиологический и фитопатологический статус растений томата в период вегетации. В результате анализа биометрических показателей растений томата в начальный период развития (фаза формирования цветков – начало цветения) было зафиксировано статистически достоверное увеличение диаметра стебля по сравнению с контрольным вариантом как в случае применения препарата МаксИммун, КС (на 9,0 %), так и в варианте сравнения (Оксигумат, Ж.) – на 14,6 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние препарата МаксИммун, КС на биометрические показатели томата Тореро F₁ (полевой опыт, РУАП «Гродненская овощная фабрика», зимне-осенний культурооборот, ст. 51–52, 2017 г.)

Вариант опыта	Высота растения, см (ст. 51–52)	Диаметр стебля, мм (ст. 51–52)
Препарат МаксИммун, КС (0,1%-ная р.ж.)	126,1	82,7
Оксигумат, Ж (0,1%-ная р.ж.)	101,5	87,0
Контроль	97,5	75,9
НСР ₀₅	36,7	4,7

Статистически значимых различий в высоте растений не отмечено.

В период проведения эксперимента (февраль–октябрь) признаков поражения болезнями надземной части растений томата во всех вариантах опыта не выявлено. На протяжении периода вегетации культуры во всех вариантах опыта отмечали симптомы поражения растений корневой гнилью – побурение корневой шейки, корней, гибель отдельных растений. Расчет пораженности корневой системы томата, проведенный в конце вегетации перед ликвидацией растений, показал отсутствие статистически значимых отличий между вариантами опыта по показателям среднего балла поражения и развития болезни (таблица 2).

Экспериментальная оценка эффективности препарата МаксИммун, КС была продолжена в 2018 г. на культуре томата весенне-осеннего культурооборота при применении способом опрыскивания (2-кратного). Оценивали биометрические показатели растений в динамике: высоту растений, диаметр стебля в зоне корневой шейки, количество кистей, количество сформировавшихся плодов, площадь листовой пластинки.

Результаты анализа морфометрических показателей показали, что средняя высота растений томата на 14-е сутки от начала опыта в варианте с применением препарата МаксИммун, КС составила 140,0 см, тогда как в варианте сравнения – 146,5 см, в контроле – 139,1 см, при этом прибавка в росте составила 29,7, 29,8 и 26,8 % соответственно (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние препарата МаксИммун, КС на пораженность корневой гнилью томата Тореро F_1 (полевой опыт, РУАП «Гродненская овощная фабрика», зимне-осенний культурооборот, 2017 г.)

Вариант опыта	Корневая гниль	
	Балл поражения	R, %
Препарат МаксИммун, КС (0,1 %-ная р.ж.)	2,0	25,3
Оксигумат, Ж (0,1 %-ная р.ж.)	2,1	25,9
Контроль	2,0	25,9
НСР ₀₅	0,4	–

Таблица 3 – Влияние препарата МаксИммун, КС на биометрические показатели растений томата (полевой опыт, филиал «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго», Тореро F_1 , весенне-осенний культурооборот, , 2018 г.)

Вариант опыта	Высота растений					Количество кистей, шт./растение		Количество плодов, шт./растение		Площадь листа, см ²
	15.02		01.03		15.03		01.03	15.03	01.03	
	см	см	Пр, %	см	Пр, %					
Макс-Иммун, КС 0,1 %-ная р.ж.	113,0	146,5	+29,7	179,3	58,7	4,2	5,9	3,6	9,5	1326,9
Оксигумат, Ж 1,0 %-ная р.ж. – эталон	107,9	140,0	+29,8	177,3	64,4	4,4	5,8	3,4	9,8	1415,0
Контроль	109,7	139,1	+26,8	177,8	62,0	3,9	5,9	3,4	10,0	1452,6

Примечание. Пр – прирост.

На 28-е сутки от начала опыта показатели высоты растений составили для варианта с применением препарата МаксИммун, КС – 179,3 см, Оксигумата, Ж – 177,3 см, контрольного – 177,8 см, прибавка роста составила 58,7, 64,4 и 62,0 % соответственно. Зафиксированы различия в высоте растений на 14-е сутки от начала опыта в варианте с применением МаксИммунa, КС: увеличение на 3,0 % по сравнению с контролем (показатели составили 113,0 см в варианте с препаратом и 109,7 см в контрольном). Также отмечено достоверное увеличение количества кистей на растении, которое в варианте с применением элиситорного препарата на 14-е сутки составило 4,2 в среднем на растение, с применением Оксигумата, Ж – 4,4, тогда как в контрольном варианте – 3,9 кистей на растение (таблица 3).

Результаты учетов суммарной массы собранных плодов томата, проводимых регулярно на протяжении всего периода вегетации культуры (3 серии по 13–20 последовательных сборов), не выявили существенно-го влияния препарата на продуктивность растений (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние препарата МаксИммун, КС на урожайность растений томата (полевой опыт, филиал «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго», Тореро F_p , весенне-осенний культурооборот, 2018 г.)

Вариант опыта	Масса собранных плодов, кг с учетной делянки		
	09.04–18.05	1.06–16.07	1.08–31.08
МаксИммун, КС 0,1 %-ная р.ж.	300,0	670,5	351,0
Оксигумат, Ж 1,0 %-ная р.ж. – эталон	324,0	693,0	373,5
Контроль	309,0	693,0	360,0

При проведении оценки эффективности препарата МаксИммун, КС в 2017 г. на культуре огурца закрытого грунта (3-кратное внесение способом полива) в ходе фитопатологического мониторинга посадок в 1-й декаде мая было отмечено поражение растений стеблевой формой серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.). На момент обнаружения распространенность и развитие болезни в варианте с применением препарата МаксИммун, КС составили 4,8 и 3,1 %, тогда как в варианте сравнения – 11,7 и 3,9 %, в контроле – 5,6 и 4,2 % соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние препарата МаксИммун, КС на пораженность растений огурца Тристан F_1 стеблевой формой серой гнили (полевой опыт, РУАП «Гродненская овощная фабрика», зимне-летний культурооборот, 2017 г.)

Вариант опыта		Дата учета		
		04.05	25.05	07.06
Препарат МаксИммун, КС, 0,1 %-ная р.ж.	Р, %	4,8	9,8	23,1
	Р, %	3,1	13,1	30,3
	БЭ, %	27,7	27,5	20,5
Оксигумат, Ж 0,1 %-ная р.ж.	Р, %	11,7	9,2	20,3
	Р, %	3,9	12,2	26,7
	БЭ, %	3,9	32,2	29,9
Контроль	Р, %	5,6	13,6	28,8
	Р, %	4,2	18,0	38,1

Примечание. Р – распространенность болезни; Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность.

Наблюдения за фитопатологическим состоянием растений показали, что распространенность болезни в варианте с применением препарата МаксИммун, КС была ниже на 3,8–5,7 %, развитие – на 5,9–7,8 %

по сравнению с соответствующими показателями в варианте без обработки. В варианте с применением Оксигумата, Ж распространенность болезни была ниже на 4,4–8,5 %, развитие – на 5,8–11,4 % по сравнению с контролем. Биологическая эффективность препарата МаксИммун, КС составила 20,5–27,7 %, Оксигумата, Ж – 29,9–32,2 %.

Согласно результатам анализу биометрических показателей и урожайных данных, проведенных путем трехкратной последовательной выборки плодов в период начала и массового плодоношения культуры, достоверных различий между вариантами опыта по упомянутым показателям не отмечено (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние препарата МаксИммун, КС на урожайность огурца Тристан F₁ (полевой опыт, РУАП «Гродненская овощная фабрика», зимне-летний культурооборот, 2017 г.)

Вариант опыта	Высота растения, см (ст. 52–53)	Диаметр стебля, мм (ст. 52–53)	Масса собранного урожая за учетный период, кг/м ²		
			22.02–17.03 (начало плодоношения)	20–28.03 (массовое плодоношение)	30.03–03.04 (массовое плодоношение)
Препарат МаксИммун, КС, 0,1 %-ная р.ж.	170,3	83,0	0,15	0,16	0,44
Оксигумат, Ж 0,1 %-ная р.ж.	167,2	84,2	0,25	0,15	0,41
Контроль	172,6	81,3	0,23	0,15	0,39
НСР ₀₅	6,3	4,5	0,7	0,1	0,2

В 2018 г. оценку эффективности применения препарата МаксИммун, КС продолжили на культуре огурца летне-осеннего культурооборота при применении способом опрыскивания. В ходе проведения исследований было отмечено достоверное снижение среднего балла поражения растений мучнистой росой (*Erysiphe cichoracearum* DC = *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta), начиная с 13-х суток после 1-й обработки, на 0,6–2,1 балла, тогда как при применении Оксигумата, Ж. – на 0,5–1,2 балла (таблица 7).

Распространенность мучнистой росы в варианте с применением препарата МаксИммун, КС не превышала 92,5 %, развитие – 40,0 %, тогда как в контрольном варианте эти показатели достигали 100 и 58,6 % соответственно. Биологическая эффективность препарата в отношении мучнистой росы составила 22,3–31,7 %.

Таблица 7 – Влияние препарата МаксИммун, КС на пораженность огурца Кураж F_1 мучнистой росой (полевой опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», летне-осенний культурооборот, 2017 г.)

Вариант опыта		Значение показателя на сутки после обработки					
		до обра- ботки	6-е сутки	13-е сутки	20-е сутки	28-е сутки	35-е сутки
Препарат МаксИм- мун, КС, 1 %-ная р.ж.	Б	1,0	1,0	1,5	2,1	2,8	1,6
	Р, %	65	65	87,5	90	92,5	72,5
	Р, %	13,6	13,6	21,2	30,4	40,0	22,1
	БЭ, %	–	22,3	32,1	–	31,7	30,5
Оксигумат, Ж, 0,1 %-ная р.ж.	Б	1,1	1,1	1,7	2,2	3,0	2,3
	Р, %	67,5	65,0	85,0	85,0	92,5	72,5
	Р, %	15	15,4	24,6	31,1	42,9	33,2
	БЭ, %	–	7,1	12,8	15,0	7,5	23,7
Контроль	Б	0,9	1,2	2,2	2,9	4,2	2,2
	Р, %	65	70	97,5	100	100	95
	Р, %	12,9	17,5	31,2	30,2	58,6	31,8
НСР ₀₅	–	0,4	0,4	0,4	0,5	0,9	0,6

Примечания: 1. Б – балл поражения; Р – распространенность болезни; Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность. 2. Повторная обработка проведена на 20-е сутки.

В 2018 г. в период проведения исследований эффективности применения препарата МаксИммун, КС на культуре огурца в зимне-летнего культурооборота поражение растений мучнистой росой было отмечено в 3-й декаде мая: единичные проявления болезни (балл поражения не превышал 1,0) на отдельных растениях. В последующем распространенность болезни во всех вариантах опыта в течение 14 суток достигла 100 %, тогда как показатели среднего балла пораженности достоверно различались и в случае с применением препарата МаксИммун, КС составляли от 1,3 до 3,8 балла, в варианте сравнения – 2,2–4,7 балла, в контроле – 2,8–5,5 (таблица 8).

Результаты оценки развития болезни показали, что в варианте с применением препарата МаксИммун, КС данный показатель составил 16,3–46,9 %, тогда как в контроле – 34,4–68,4 %, в варианте с применением Оксигумата, Ж – 26,9–76,6 %. Биологическая эффективность препарата МаксИммун, КС достигала 52,7 %, препарата Оксигумат, Ж – 21,8 %.

Согласно результатам учетов урожая, собранного путем десятикратной последовательной выборки в период массового плодоношения, отмечено увеличение общей массы собранных плодов на 4,7 % в варианте с применением препарата МаксИммун, КС по сравнению с контролем (таблица 9).

Таблица 8 – Влияние препарата МаксИммун, КС на пораженность растений огурца закрытого грунта мучнистой росой (полевой опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Атлет F₁, зимне-летний культурооборот, 2018 г.)

Вариант опыта		Дата учета			
		31.05	07.06	14.06	21.06
Препарат МаксИммун, КС, 1,0 %-ная р.ж.	Балл поражения	1,3	3,3	3,8	3,4
	Р, %	75,0	100	100	100
	Р, %	16,3	41,3	46,9	40,9
	БЭ, %	52,6	30,5	31,4	36,2
Оксигумат, Ж, 1,0 %-ная р.ж.	Балл поражения	2,2	4,2	4,1	4,7
	Р, %	17,5	100	100	100
	Р, %	26,9	51,9	76,6	58,1
	БЭ, %	21,8	12,6	–	9,4
Контроль	Балл поражения	2,8	4,8	5,5	5,1
	Р, %	97,5	100	100	100
	Р, %	34,4	59,4	68,4	64,1
НСР ₀₅ (для балла поражения)		0,5	0,5	0,4	0,5

Примечание. Р – распространенность болезни; Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность.

Таблица 9 – Влияние препарата МаксИммун, КС на урожайность растений огурца (полевой опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Атлет F₁, зимне-летний культурооборот, 2018 г.)

Вариант опыта	Масса собранных плодов, кг		Прибавка урожая, % к контролю
	средняя с учетной делянки	общая	
Препарат МаксИммун, КС 1,0 %-ная р.ж.	113,2	452,8	+ 4,7
Оксигумат, Ж 1,0 %-ная р.ж.	113,0	452,0	+ 4,5
Контроль	108,1	432,4	–
НСР ₀₅	4,6		

При проведении исследований на культуре огурца летне-осеннего культурооборота в 2018 г. препарат МаксИммун, КС применяли в период начальной стадии развития мучнистой росы на посадках культуры, когда средний балл поражения растений на учетных делянках не превышал 0,3. Применение препарата оказало сдерживающее влияние на развитие болезни: средний балл поражения не превышал 2,0, тогда как в варианте сравнения достигал 3,4 балла, в контрольном – 2,6 балла (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние препарата МаксИммун, КС на пораженность растений огурца закрытого грунта мучнистой росой (полевой опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Мамлюк F₁, летне-осенний культурооборот, 2018 г.)

Вариант опыта		Дата учета					
		08.08	15.08	22.08	29.08	05.09	12.09
МаксИммун, КС, 1,0 %-ная р.ж.	Балл поражения	0,2	0,4	0,8	0,7	1,0	2,0
	Р, %	17,5	30,0	50,0	47,5	65,0	100
	Р, %	2,2	4,4	9,4	8,4	13,4	24,4
	БЭ, %	–	56,0	48,1	40,4	42,0	24,9
Оксигумат, Ж, 1,0 %-ная р.ж. – эталон	Балл поражения	0,2	0,3	0,6	1,4	1,8	3,4
	Р, %	17,5	30,0	42,5	65,0	82,5	95,0
	Р, %	2,2	4,1	7,5	17,8	22,8	40,6
	БЭ, %	–	59,4	58,6	–	1,4	–
Контроль	Балл поражения	0,3	0,8	1,5	1,1	1,9	2,6
	Р, %	25,0	55,0	60,0	67,5	87,5	100
	Р, %	3,1	10,0	18,1	14,1	23,1	32,5
НСР ₀₅ (для балла поражения)		0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4

Примечание. Р – распространенность болезни; Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность.

В варианте с препаратом МаксИммун, КС показатель развития болезни варьировал от 4,4 до 24,4 %, в контроле – от 10,0 до 32,5 %, в варианте с применением эталона (Оксигумат, Ж) – от 4,1 до 40,6 %. Биологическая эффективность препарата МаксИммун, КС составила 25,0–56,3 %, Оксигумата, Ж – 1,4–59,4 %.

При оценке урожайных данных отмечено увеличение общей массы собранных плодов на 4,0 % в варианте с применением препарата МаксИммун, КС по сравнению с вариантом без обработки препаратом (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние препарата МаксИммун, КС на урожайность растений огурца (КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Мамлюк F₁, летне-осенний, полевой опыт, 2018 г.)

Вариант опыта	Масса собранных плодов, кг		Прибавка урожая, % к контролю
	средняя с учетной делянки	общая	
Препарат МаксИммун, КС 1,0 %-ная р.ж.	67,5	270,0	+ 4,0
Оксигумат, Ж 1,0 %-ная р.ж.	67,0	268,0	+ 3,2
Контроль	64,9	259,6	–
НСР ₀₅	2,1		

Заключение. Оценка эффективности препарата МаксИммун, КС при его применении путем 3-кратного полива на культуре огурца закрытого грунта зимне-летнего культурооборота показала снижение распространенности стеблевой формы серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.) на 3,8–5,7 %, развития – на 5,9–7,8 % по сравнению с соответствующими показателями в контроле. Биологическая эффективность препарата составила 20,5–27,7 %. Применение препарата МаксИммун, КС способом двукратного опрыскивания растений огурца 1,0 %-ной рабочей жидкостью выявило достоверное снижение среднего балла поражения растений мучнистой росой (*Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta.), распространенности и развития болезни. Биологическая эффективность препарата в различных культурооборотах варьировала от 22,3 до 56,3 %. Анализ урожайных данных показал, что применение препарата позволило получить дополнительно 4,0–4,7 % плодов огурца.

Список литературы

1. Великанов, Л. Л. Экологические проблемы защиты растений от болезней / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова // Итоги науки и техники. Сер. Защита растений. – М. : ВИНТИ, 1988. – Т. 6. – 143 с.
2. Pieterse, C. M. J. Plant interactions with microbes and insects: from molecular mechanisms to ecology / C. M. J. Pieterse, M. Dicke // Trends in plant science. – 2007. – Vol. 12, № 12. – P. 564–569.
3. Protection against pathogen and salt stress by four plant growth-promoting rhizobacteria isolated from *Pinus* sp. on *Arabidopsis thaliana* / Barriuso [et al.] // Phytopathology. – 2008. – Vol. 98, № 6. – P. 666–672.
4. Saunders, M. Evidence for alteration of fungal endophyte community assembly by host defense compounds / M. Saunders, L. M. Kohn // New Phytologist. – 2009. – Vol. 182, № 1. – P. 229–238.
5. Van Loon, L. C. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria / L. C. Van Loon // European J. of Plant Pathology. – 2007. – Vol. 119, № 3. – P. 243–254.
6. *Pseudomonas fluorescens* WCS374r-induced systemic resistance in rice against *Magnaporthe oryzae* is based on pseudobactin-mediated priming for a salicylic acid-repressible multifaceted defense response / D. De Vleeschauwer [et al.] // Plant physiology. – 2008. – Vol. 148, № 4. – P. 1996–2012.
7. How salicylic acid takes transcriptional control over jasmonic acid signaling / Lotte Caarls [et al.] // Front Plant Sci. – 2015. – Vol. 2. – P. 1–11.
8. Conrath, U. Molecular aspects of defence priming / U. Conrath // Trends in plant science. – 2011. – Vol. 16, № 10. – P. 524–531.
9. Мелентьев, А. И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus Cohn* в агроэкосистемах // А. И. Мелентьев. – М.: Наука, 2007. – 148 с.
10. Защита овощных культур и картофеля от болезней / А. К. Ахатов [и др.]; под ред. А. К. Ахатова и Ф. С. Джалилова. – М.: Моск. тип. № 2, 2006. – 352 с.
11. Феклистова, И. Н. Метаболиты бактерий *Pseudomonas* индуцируют системную устойчивость растений к возбудителям альтернариоза / И. Н. Феклистова, Ю. М. Кулешова, М. Н. Федорович // Вестн. БГУ. – Серия 2, Химия. Биология. География. – 2013. – № 2. – С. 38–42.
12. Induction of systemic resistance to *Botrytis cinerea* in tomato by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2: Role of salicylic acid, pyochelin, and pyocyanin / K. Audenaert [et al.] // MPMI. – 2002. – Vol. 15, № 11. – P. 1147–1156.

13. Induction of systemic resistance in tomato by N-acyl-L-homoserine lactone-producing rhizosphere bacteria / R. Schuhegger [et al.] // *Plant, Cell and Environment*. – 2006. – Vol. 29. – P. 909–918.

14. Role of the cyclic lipopeptide massetolide A in biological control of *Phytophthora infestans* and in colonization of tomato plants by *Pseudomonas fluorescens* / H. Tran [et al.] // *New Phytologist*. – 2007. – Vol. 175. – P. 731–742.

15. Kyungseok, P. Rhizobacterial exopolysaccharides elicit induced resistance on cucumber / P. Kyungseok, J. W. Kloepper, C.-M. Ryu // *J. Microbiol. Biotechnol.* – 2008. – Vol. 18(6). – P. 1095–1100.

16. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 508 с.

17. 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.

18. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск : Колорград, 2016. – 102 с.

19. 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.N. Yankouskaya¹, D.V. Voitka¹, I.N. Feklistova², M.V. Fedorovich¹

¹RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

²Belarusian State University, Minsk, Belarus

THE ROLE OF THE ELICITOR PREPARATION MAXIMUM, CS IN INCREASING THE PRODUCTIVITY AND DISEASE RESISTANCE OF GREENHOUSE VEGETABLE CROPS

Annotation. The article presents the results of research on the evaluation of the effectiveness of the growth regulator MaxImmun, CS, which provides induction of systemic plant resistance, when growing vegetable crops in greenhouse conditions. The preparation application contributed to a significant reduction in the infestation of cucumber plants with powdery mildew and the stem form of gray rot, obtaining a biological efficiency of 22,3–56,3 and 20,5–27,7% respectively, and an increase of 4,0–4,7% of the yield.

Key words: elicitors, induction of systemic resistance, *Pseudomonas*, *Bacillus*, greenhouse, tomato, cucumber, diseases, efficiency, yield.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Апресян А.А.	80	Синчук Н.В.	212
Арашквич С.А.	220, 245	Сорока Л.И.	35, 43
Богомолова И.В.	7	Сорока С.В.	43, 260
Бойко С.В.	169	Сташкевич А.В.	43
Буга С.В.	212	Сташкевич Н.С.	43, 254
Буга С.Ф.	80, 86, 94	Степанова Н.В.	143
Бурнос Н.А.	80, 86, 94	Супранович Р.В.	51
Войтка Д.В.	270	Федорович М.В.	270
Волчкевич И.Г.	13, 74, 151, 203	Феклистова И.Н.	270
Горянцева М.Д.	236	Халаев А.Н.	80, 86, 94
Дмитрук Н.А.	51	Халаева В.И.	151
Жук Е.И.	66, 80, 86, 94	Чуйко С.Р.	143
Жуковская А.А.	80, 86	Якимович Е.А.	58, 260
Жуковский А.Г.	80, 86, 94, 128	Янковская Е.Н.	270
Запрудский А.А.	185		
Кажарский В.Р.	236		
Кислушко П.М.	228		
Козлов С.Н.	236		
Козлова А.С.	236		
Колтун Н.Е.	195		
Комардина В.С.	51		
Конопацкая М.В.	74		
Корпанов Р.В.	21		
Косыхина О.И.	203		
Крупенько Н.А.	80, 86, 94		
Лешкевич В.Г.	80, 86, 94		
Лобко А.А.	203		
Мелешко Н.И.	105		
Мышкевич Е.А.	245		
Немкевич М.Г.	169		
Одинцова И.Н.	80, 86		
Пагракеева А.В.	151		
Пашкова И.Н.	254		
Переверзева Ю.Н.	51		
Пестерева А.С.	35		
Петровец И.Ю.	35		
Пилат Т.Г.	80, 86, 112		
Плескацевич Р.И.	120		
Поплавская Н.Г.	80, 86, 94		
Привалов Д.Ф.	185		
Радивон В.А.	80, 86, 94, 128		
Романовский С.И.	203		
Савостьяник Е.В.	195		
Свидунович Н.Л.	80, 86, 94, 136		

AUTHOR INDEX

Apresyan A.A.	80	Soroka S.V.	43, 260
Arashkovich S.A.	220, 245	Stashkevich A.V.	43
Bogomolova I.V.	7	Stashkevich N.S.	43, 260
Boiko S.V.	169	Stepanova N.V.	143
Buga S.F.	80, 86, 94	Supranovich R.V.	51
Buga S.V.	212	Svidunovich N.L.	80, 86, 94, 136
Burnos N.A.	80, 86, 94	Voitka D.V.	270
Chuiko S.R.	143	Volchkevich I.G.	13, 74, 151, 203
Dmitryc N.A.	51	Yakimovich E.A.	58, 260
Fedorovich I M.V.	270	Yankouskaya E.N.	270
Feklistova I.N.	270	Zaprudsky A.A.	185
Goryantseva M.D.	236	Zhuk E.I.	66, 80, 86, 94
Kazharsky V.R.	236	Zhukovskaya A.A.	80, 86
Khalaev A.N.	80, 86, 94	Zhukovsky A.G.	80, 86, 94, 128
Khalaeva V.I.	151		
Kislushko P.M.	228		
Koltun N.E.	195		
Komardina V.S.	51		
Konopatskaya M.V.	74		
Korpanov R.V.	21		
Kosykhina O.I.	203		
Kozlov S.N.	236		
Kozlova A.S.	236		
Krupenko N.A.	80, 86, 94		
Leshkevich V.G.	80, 86, 94		
Lobko A.A.	203		
Meleshko N.I.	105		
Myshkevich E.A.	245		
Nemkevich M.G.	169		
Odintsova I.N.	80, 86		
Pashkova I.N.	254		
Patrakeeva A.V.	151		
Pereverzeva Y.N.	51		
Pestereva A.S.	35		
Petrovets I.Yu.	35		
Pilat T.G.	80, 86, 112		
Pleskatsevich R.I.	120		
Poplavskaya N.G.	80, 86, 94		
Privalov D.F.	185		
Radivon V.A.	80, 86, 94, 128		
Romanovsky S.I.	203		
Savostsyanik E.V.	195		
Sinchuk N.V.	212		
Soroka L.I.	35, 43		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 47

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*

Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 21.10.2023. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 16,51. Уч.-изд. л. 16.

Тираж 70 экз. Заказ № 23818.

Выпущено по заказу РУП «Институт защиты растений».

Ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь.

Тел/факс: 375 17 509-23-50, e-mail: belizr@tut.by, <http://www.izr.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
общество с ограниченной ответственностью «Колорград».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/471 от 28.07.2015.

+375 17 361 91 40

post@segment.by

segment.by

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,

