

**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 48

Минск 2024
«Колорград»
2024

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.*, доктор 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», 2024

© Оформление ООО «Колорград», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Гаджиева Г. И., Бобович А. Н., Богомолова И. В.</i> Контроль злаковых сорных растений в посевах технических культур гербицидом Галошанс, КЭ	7
<i>Михайлова С. И., Эбель Т. В.</i> Мониторинг сорных растений, засоряющих семена фацелии пижмолистной в условиях западной Сибири	20
<i>Переверзева Ю. Н., Дмитрук Н. А., Комардина В. С.</i> Видовое разнообразие сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой	27
<i>Сорока С. В., Сорока Л. И., Пестерева А. С.</i> Изучение эффективности комбинированных гербицидов в посевах пшеницы озимой с целью предупреждения появления резистентности сорных растений в Беларуси	35
<i>Сташкевич А. В., Пестерева А. С., Сорока Л. И., Сташкевич Н. С.</i> Эффективность гербицида Рассел 100, КС в посевах кукурузы и пшеницы озимой	44
<i>Сташкевич А. В., Сташкевич Н. С., Сорока Л. И.</i> Смешанные посевы кукурузы с подсолнечником и их защита от сорных растений	53
<i>Сташкевич Н. С., Сташкевич А. В., Сорока Л. И.</i> Эффективность гербицидов и их баковых смесей при дождевом внесении в защите смешанных посевов кукурузы с подсолнечником	62
<i>Якимович Е. А., Шкляревская О. А.</i> Эффективность применения гербицида на основе метсульфурон-метила с целью уничтожения инвазивных видов растений	69

Фитопатология

<i>Жук Е. И., Халаев А. Н.</i> Ретроспективный анализ биологической эффективности фунгицидов в защите яровой пшеницы от болезней колоса	82
<i>Калачев В. В., Комардина В. С.</i> Распространенность ржавчины и стеμφилиоза в насаждениях груши	90
<i>Конопацкая М. В., Волчкевич И. Г.</i> Сравнение различных методик оценки селекционного материала картофеля на устойчивость к <i>Globodera rostochiensis</i> (Woll, 1923) Behrens	100
<i>Лешкевич Н. В., Сеньковский Е. О., Запрудский А. А.</i> Динамика развития болезней в посевах сои сорта Припять	109
<i>Мелешко Н. И.</i> Эффективность фунгицидов для защиты земляники садовой от серой гнили	117
<i>Пилат Т. Г., Крупенько Н. А.</i> Влияние гидротермических условий на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы	123
<i>Плескачевич Р. И.</i> Эффективность фунгицида Миравис Прайм, СК в насаждениях клюквы крупноплодной	130
<i>Радивон В. А.</i> Видовой состав фузариозной корневой гнили яровой тритикале и влияние гидротермических условий на частоту встречаемости грибов рода <i>Fusarium</i>	138
<i>Рожко Е. И., Крупенько Н. А.</i> Сетчатая пятнистость ярового ячменя (<i>Pyrenophora teres</i> Drechsler) (литературный обзор)	146

<i>Сеньковский Е. О., Крупенько Н. А.</i> Основные листостебельные болезни сои, их биологические особенности развития и вредоносность (обзор литературы) ..158	
<i>Халаева В. И., Волчкевич И. Г., Патракеева А. В.</i> Пораженность клубней картофеля паршой в период хранения	175

Энтомология

<i>Бречко Е. В., Трубочёва В. О.</i> Влияние вредителей запасов на качество посевного материала зерновых культур.....	185
<i>Волчкевич И. Г., Халаева В. И., Конопацкая М. В., Васюхневич М. В., Патракеева А. В.</i> Оценка препаратов для предпосадочной обработки клубней в защите картофеля от вредной энтомофауны	200
<i>Гайдарова С. А., Запрудский А. А., Привалов Д. Ф.</i> Динамика численности доминантных видов вредителей в агроценозе озимой сурепицы в Беларуси	210
<i>Дичковская О. В.</i> Абиотические факторы, влияющие на вылет имаго яблонной листовой галлицы	218
<i>Запрудский А. А., Привалов Д. Ф., Гайдарова С. А., Стрелкова Е. В.</i> Эффективность применения инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса	225
<i>Кухта В. Н.</i> Сравнительная оценка вредоносности ксилофагов сосны обыкновенной в Беларуси.....	234
<i>Немкевич М. Г., Бойко С. В.</i> Защита кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) инсектицидами с действующим веществом хлорантранилипрол.....	243

Биологический метод защиты растений

<i>Федорович М. В., Войтка Д. В., Полоз И. И.</i> Разработка композиции микробио-агентов для био конверсии твердых коммунальных отходов и целлюлозосодержащих материалов при получении органического удобрения.....	253
<i>Ярчакоская С. И., Колтун Н. Е.</i> Эффективность экологически безопасной защиты черной смородины от вредителей	260

Общие вопросы защиты растений

<i>Запрудский А. А., Привалов Д. Ф., Шашко Ю. К.</i> Анализ применения химических средств защиты растений на рапсе в республике Беларусь	267
<i>Кислушко П. М., Мышкевич Е. А., Арашкович С. А., Лосева М. П.</i> Особенности пробоподготовки при определении остаточных количеств пестицидов в почвах с различным содержанием органического вещества методом газожидкостной хроматографии	280
<i>Мышкевич Е. А., Арашкович С. А., Лосева М. П.</i> Результаты испытаний содержания остаточных количеств действующих веществ современных инсектицидов группы диамидов в сельскохозяйственной продукции в условиях Республики Беларусь	287
Авторский указатель.....	293

CONTENTS

Herbology

<i>Hajyieva H. I., Babovich A. N., Bahamolava I. V.</i> Grass weeds control in industrial crops with the herbicide Galoshans, EC	7
<i>Mikhailova S. I., Ebel T. V.</i> Monitoring of weeds clogging the seeds of phacelia tansy in western siberia	20
<i>Pereverzeva Y. N., Dmitryc N. A., Komardina V. S.</i> Species diversity of weeds in plantings of summer raspberries and garden strawberries	27
<i>Soroka S. V., Soroka L. I., Pestereva A. S.</i> Study of the efficiency of combined herbicides in winter wheat crops to prevent the emergence of weed resistance in Belarus ...	35
<i>Stashkevich A. V., Pestereva A. S., Soroka L. I., Stashkevich N. S.</i> Efficiency of the herbicide Rassel 100, SC in maize and winter wheat	44
<i>Stashkevich A. V., Stashkevich N. S., Soroka L. I.</i> Mixed plantings of maize and sunflower and their protection from weeds	53
<i>Stashkevich N. S., Stashkevich A. V., Soroka L. I.</i> Efficiency of herbicides and their spray mixtures with pre-emergent application to the mixed plantings of maize and sunflower	62
<i>Yakimovich E. A., Shklyarevskaya O. A.</i> Application of herbicide based on metsulfuron-methyl for invasive plant species growth decrease	69

Phytopathology

<i>Zhuk E. I., Khalaev A. N.</i> A retrospective analysis of the biological efficacy of fungicides for protection spring wheat against fusarium heat blight and glume blotch ...	82
<i>Kalachev V. V., Komardina V. S.</i> Incidence of rust and stemphyliosis in pear garden ...	90
<i>Konopatskaya M. V., Volchkevich I. G.</i> Comparison of various methods for evaluating potato breeding material for resistance to <i>Globodera rostochiensis</i> (Woll, 1923) Behrens	100
<i>Leshkevich N. V., Senkovsky E. O., Zaprudsky A. A.</i> Dynamics of disease development in soybean crops of the pripyat variety	109
<i>Meleshko N. I.</i> Efficiency of fungicides for protection of garden strawberry from gray rot	117
<i>Pilat T. G., Krupenko N. A.</i> Influence of hydrothermal conditions on the development of eyespot root rot in winter wheat crops	123
<i>Pleskatsevich R. I.</i> Efficiency of the fungicide Miravis Prime, SC on large cranberry	130
<i>Radivon V. A.</i> Species composition of fusarium root rot of spring triticale and the influence of hydrothermal conditions on the frequency of occurrence of fungi of the genus <i>Fusarium</i>	138
<i>Rozhko E. I., Krupenko N. A.</i> Net blotch of spring barley (<i>Pyrenophora teres</i> Drechsler) (literature review)	146
<i>Senkovsky E. O., Krupenko N. A.</i> Main leaf diseases of soybean, their biological features of development and harmfulness (literature review)	158
<i>Khalaeva V. I., Volchkevich I. G., Patrakeeva A. V.</i> Scab infestation of potato tubers during storage	175

Entomology

<i>Brechko E. V., Trubacheva V. O.</i> Influence of storage pests on the quality of seed material of grain crops	185
<i>Volchkevich I. G., Khalaeva V. I., Konopatskaya M. V., Vasyukhnevich M. V., Patrakeeva A. V.</i> Evaluation of preparations in potato protection against harmful entomofauna	200
<i>Gaidarova S. A., Zaprudsky A. A., Privalov D. F.</i> Dynamics of the number of dominant species of pests in agrocenosis of common winter cress	210
<i>Dichkovskaya O. V.</i> Abiotic factors affecting flying of apple leaf midge imago	218
<i>Zaprudsky A. A., Privalov D. F., Gaidarova S. A., Strelkova E. V.</i> Efficiency of application of rape beetle insecticides to winter rape	225
<i>Kukhta V. N.</i> Comparative assessment of the harmfulness of scotts pine xylophages in Belarus	234
<i>Nemkevich M. G., Boyko S. V.</i> Protection of corn from corn stalk boller (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) with insecticides containing the active substance chlorantraniliprole ..	243

Biological method of plant protection

<i>Fedarovich M. V., Voitka D. V., Poloz I. I.</i> Development of a composition of microbial agents for the bioconversion of municipal solid waste and cellulosecontaining materials in the production of organic fertilizers	253
<i>Yarchakovskaya S. I., Koltun N. E.</i> Efficiency of environmentally friendly protection of black currant from pests	260

General issues of plant protection

<i>Zaprudsky A. A., Privalov D. F., Shashko Yu. K.</i> Analysis of application of plant protection chemical products to rape in the republic of Belarus	267
<i>Kislusko P. M., Myshkevich E. A., Arashkovich S. A., Loseva M. P.</i> Features of sample preparation in determining pesticide residues in soils with different organic matter content by gas-liquid chromatography	280
<i>Myshkevich E. A., Arashkovich S. A., Loseva M. P.</i> Results of tests of the content of residual amounts of active substances of modern insecticides of the diamide group in agricultural products in the conditions of the republic of Belarus	287
Author index	294

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 633.6/8:632.51

Г. И. Гаджиева, А. Н. Бобович, И. В. Богомолова

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

КОНТРОЛЬ ЗЛАКОВЫХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ГЕРБИЦИДОМ ГАЛОШАНС, КЭ

Дата поступления статьи в редакцию: 20.03.2024

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

Аннотация. Приведены результаты исследований по регулированию численности однолетних злаковых сорных растений и пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) в посевах сахарной свеклы, подсолнечника и ярового рапса с использованием граминицида Галошанс, КЭ (галоксифоп-Р-метил, 104 г/л). Применение гербицида через месяц после обработки позволило снизить засорённость посевов *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. и *Poa annua* L. на 87,0–98,0 %, *E. repens* (L.) Nevski – на 86,6–99,2 %, сохранить урожай и дополнительно получить до 357–383 ц/га свёклы, 3,4–3,8 ц/га маслосемян подсолнечника и 1,1–2,6 ц/га ярового рапса. Отрицательного влияния на рост и развитие культур не выявлено.

Ключевые слова: сахарная свекла, подсолнечник, яровой рапс, однолетние злаковые сорняки, пырей ползучий, граминицид, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Наиболее распространенными злаковыми сорными растениями в посевах технических культур (сахарная свекла, подсолнечник, яровой рапс) являются просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), на яровом рапсе – падалица зерновых культур; на отдельных полях встречаются щетинник сизый (*Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), овсюг (*Avena fatua* L. s. l.). Так, в посевах сахарной свеклы численность проса куриного в зависимости от года исследований колеблется от 0,3 в 2020–2021 гг. до 7,9 шт./м² в 2006 г. [1]. Что касается пырея ползучего, засоренность посевов всех сельскохозяйственных культур этим сорным растением существенно снизилась (не превышает 1,1–1,7 % от численности всех сорняков) благодаря увеличению объемов применения глифосатсодержащих гербицидов в республике.

Конкурируя с сельскохозяйственными культурами за солнечный свет, воду и питательные вещества, сорные растения приводят к снижению урожайности и качеству получаемой продукции, затрудняют механизированную уборку полей. Так, при произрастании в посевах сахарной свеклы 3 шт./м² проса куриного (биологический порог вредоносности (БПВ)) урожайность снижается на 11,1 %, с увеличением численности до 5 шт./м² – на 26,1 %, при численности 10 и 15 шт./м² – на 40,6 и 62,0 % соответственно, а при естественном засорении (68 шт./м²) потери достигают 91,7 % [1].

В то же время, на сортах и гибридах подсолнечника засоренность ниже 5 злаковых сорняков на 1 м² не является вредоносной. Наличие 10 злаковых сорняков в посевах культуры не приводит к математически доказуемому снижению урожайности; при 20 шт./м² урожайности гибрида Сигнал снижается на 0,49 (16,8 %), а сорта Лидер – на 0,39 т/га (14,0 %); при наличии 30 шт./м² урожайность снижается на 0,82 (28,1 % урожайности на свободных от сорняков делянках) и 0,63 т/га (22,6 %) соответственно [4].

Негативное влияние быстро растущих злаковых сорных видов особенно сильно проявляется в начальный период развития ярового рапса. Высокая засоренность приводит к чрезмерному выносу точки роста над поверхностью почвы, слабому развитию корневой системы, что в итоге сказывается на урожайности [9]. БПВ однолетних злаковых сорняков составляет 20 шт./м² [8]. Поэтому эффективный контроль численности сорных растений в начале вегетации культуры позволяет сохранить урожай и его качество, а также избежать проблем при уборке.

Из всех противозлаковых гербицидов, включенных в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (2023), больше половины (57,2 %) относятся к группам с действующими веществами (д.в.) хизалофоп-П-этил (квизалофоп-П-этил) и галоксифоп-Р-метил – по 28,6 %, клетодим – 14,3 %, хизалофоп-П-тефурил (квизалофоп-П-тефурил) – 12,2 %, с иными действующими веществами (флуазифоп-П-бутил, пропаквизафоп, клетодим + галоксифоп-Р-метил, циклоксимид) – 16,3 %. В посевах сахарной свеклы зарегистрировано 24 препарата, из них 7 (29,2 %) с д.в. хизалофоп-П-этил (квизалофоп-П-этил), 6 (25,0 %) с д.в. галоксифоп-Р-метил; на яровом рапсе – 21 препарат и по 6 (28,6 %) соответственно; на подсолнечнике – только 4 граминицида, в том числе 50,0 % с д.в. галоксифоп-Р-метил [2].

Целью наших исследований было изучение эффективности гербицида Галошанс, КЭ (галоксифоп-Р-метил, 104 г/л) в посевах сахарной свеклы, подсолнечника, ярового рапса. Как известно, галоксифоп-Р-метил обладает выраженным системным действием и накапливается в точках роста сорняков. Он проникает в ткани чувствительных растений всего

за 1 час и останавливает рост их побегов и корней. Отмирание сорных злаков после обработки глифосата на базе галоксифоп-Р-метила происходит за 10–15 дней [3].

Место и методика проведения исследований. Изучение эффективности гербицидов проводили в соответствии с «Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь» (2007) [7] в РУП «Институт защиты растений», Минский район (сахарная свекла, яровой рапс); УП «Агрокомбинат «Ждановичи», Минский район (сахарная свекла); ЧП «Заречка-АГРО», Дрогичинский район, Брестская область и ОАО «Агро-Мотоль», Ивановский район, Брестская область (подсолнечник) в полевых мелкоделяночных опытах в 2022–2023 гг.

Агротехника возделывания – общепринятая для культур. Почва дерново-подзолистая легко- и среднесуглинистая (РУП «Институт защиты растений»; УП «Агрокомбинат «Ждановичи»; ЧП «Заречка-АГРО»), рыхлосупесчаная (ОАО «Агро-Мотоль»). Площадь опытной делянки – 15,0–18,9 м², повторность опытов – четырёхкратная, расположение делянок – последовательное. Схемы опытов представлены в таблицах. Мероприятия по уходу за посевами – в соответствии с «Организационно-технологическими нормативами возделывания сельскохозяйственных культур».

Способ применения гербицидов – поделяночное опрыскивание, расход рабочего раствора – 200–300 л/га, сроки применения гербицидов – в фазу 2–6 листьев у проса куриного и при высоте пырея ползучего 10–15 см. Учёты численности сорных растений проводились до обработки (исходная засорённость) и через 30 дней после применения гербицидов. Наименования сорных растений определяли согласно ботанической номенклатуре [6]. Уборка урожая осуществлялась поделяночно; определение технологических качеств корнеплодов сахарной свёклы – в РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле» (г. Несвиж, Минская область). Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5].

Результаты исследований. При изучении эффективности гербицида Галошанс, КЭ (галоксифоп-Р-метил, 104 г/л) против однолетних злаковых сорных растений в посевах сахарной свеклы в 2022 г. перед обработкой численность проса куриного составляла 35,0 шт./м², мятлика однолетнего – 3,5 шт./м². Через месяц после применения гербицидов Галошанс, КЭ и Малибу 104, КЭ в норме расхода 0,5 л/га численность проса куриного снижалась на 93,6 %, вегетативная масса – 96,2–97,4 %. В варианте без применения гербицида численность проса составляла 47 шт./м², вегетативная масса – 3414 г/м².

Следует отметить, что погодные условия накануне и в период обработки благоприятствовали эффективному действию гербицидов. Так, в

течение недели до обработки температура ночью была +9...+16 °С, днем, в основном, +19...+26 °С, облачно, облачно с прояснениями, временами дождь (выпало 20,4 мм осадков). В период обработки (23 июня, ВВСН 19) температура была +18 °С, УФ индекс очень слабый, влажность 69 %, ветер 3,8 м/с. В последующие 7 дней осадков не отмечалось, средне-суточная температура составляла +21...+25 °С с дневными от +27 до +31...+32 °С (27–28 июня), ночными температурами – +14...+18 °С.

Биологическая эффективность по снижению численности и массы мятлика однолетнего составила 95,6–97,8 % (на уровне эталона) при численности в варианте без применения гербицида 5,0 шт./м² и вегетативной массе 45 г/м² (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах сахарной свёклы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Численность		Вегетативная масса	
		шт./м ²	БЭ, %	г/м ²	БЭ, %
2022 г.					
Просо куриное					
1.	Без применения гербицида	47,0	0	3414,0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	3,0	93,6	131,0	96,2
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	3,0	93,6	90,0	97,4
Мятлик однолетний					
1.	Без применения гербицида	5,0	0	45,0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	0,2	96,0	2,0	95,6
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	0,2	96,0	1,0	97,8
2023 г.					
Просо куриное					
1.	Без применения гербицида	77,0	0	305	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	2,5	96,8	7	97,7
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	2,0	97,4	6	98,0
Мятлик однолетний					
1.	Без применения гербицида	4,0	0	39	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	0,3	92,5	1	97,4
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	0,3	92,5	1	97,4

Примечание – БЭ – биологическая эффективность, %.

В 2023 г. перед обработкой гербицидами численность проса куриного составляла 31,0 шт./м², мятлика однолетнего – 3,5 шт./м². Через месяц после применения гербицидов Галошанс, КЭ и Малибу, 104 КЭ в норме расхода 0,5 л/га численность проса куриного снижались на 96,8–97,4 %, вегетативная масса – 97,7–98,0 %. В варианте без применения гербицида численность проса составляла 77,0 шт./м², вегетативная масса – 305 г/м².

Погодные условия накануне и в период обработки благоприятствовали эффективному действию гербицидов. Так, в течение недели до обработки среднесуточная температура составляла, в основном, +15,6...+18,9 °С, в наиболее теплые сутки 23–26 мая +17,5...+18,9 °С, лишь 27–28 мая +12,8 °С; осадки не выпадали. Средняя температура почвы составила +18,8 °С. В период обработки (30 мая, ВВСН 14) температура была +18 °С, УФ индекс слабый, влажность 57 %, ветер 2,6 м/с. В последующие 7 дней температура воздуха днем колебалась от +14,7 до +24,8 °С, а в период похолоданий 2–3 июня опускалась до +14,7...+16,5 °С; осадки не выпадали.

Биологическая эффективность по снижению численности и массы мятлика однолетнего составила 92,5–97,4 % (на уровне эталона) при численности в варианте без применения гербицида 4,0 шт./м² и вегетативной массе 39 г/м² (таблица 1).

Применение гербицидов против однолетних злаковых сорных растений, в частности, против проса куриного и мятлика однолетнего, в посевах сахарной свёклы позволило дополнительно получить 352–383 ц/га свёклы и увеличить выход сахара на 58,0–68,5 ц/га. Во всех вариантах с применением гербицидов получен достоверно сохраненный урожай корнеплодов (таблица 2).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах сахарной свёклы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га	Сахаристость корнеплодов, %	Расчётный выход сахара, ц/га
2022 г.				
1.	Без применения гербицида	335	16,94	56,7
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	711	17,46	124,1
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	718	17,44	125,2
	НСР ₀₅	118		
2023 г.				
1	Без применения гербицида	386	16,08	54,9
2	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	738	17,28	112,9
3	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	743	17,30	113,8
	НСР ₀₅	85		

Изучение эффективности препаратов против пырея ползучего в 2022 г. проводили в УП «Агрокомбинат «Ждановичи», Минская область и район. Исходная засоренность составляла 54,0 стебля/м². Следует отметить, что погодные условия накануне и в период первой обработки

благоприятствовали эффективному действию гербицидов. Так, 1–7 июня температура ночью была +7...+11 °С, днем – +23...+26 °С, перемененно и солнечно, временами дождь. В период обработки (8 июня, ВВСН 12) температура была +18...+19 °С, УФ индекс очень слабый, влажность 58 %, ветер 1,7 м/с. В последующие 7 дней среднесуточная температура составляла +13...+24 °С с дневными от +16 до +29...+31 °С, ночные колебались от +10 до +15...+17 °С, выпало 21,6 мм осадков.

Через месяц после применения гербицида Галошанс, КЭ (1,0 л/га) численность и вегетативная масса пырея ползучего снижались на 96,4–98,0 % (в эталоне – Малибу, 104 КЭ в норме расхода 1,0 л/га – на 97,1–99,2 %). В варианте без применения гербицида численность пырея ползучего составляла 309 ст./м², вегетативная масса – 916 г/м².

Аналогичные данные получены и в 2023 г. Следует отметить, что накануне обработки (19–25 мая) среднесуточная температура воздуха составляла +14,9...+18,9 °С, днем в основном, +20,5...+25,5 °С. В период обработки (26 мая, ВВСН 12) температура была +21,0 °С, УФ индекс слабый, влажность 53 %, ветер 2,9 м/с. В последующие 7 дней среднесуточная температура, в основном, составляла +14,9...+17,7 °С, лишь 27–28 мая, 2 июня опускалась до +10,2...+12,8 °С с дневными от +16,5 до +22,5...+24,9 °С, осадки не выпадали.

Через месяц после применения гербицида Галошанс, КЭ (1,0 л/га) численность и вегетативная масса пырея ползучего снижались на 93,1–95,9 % (в эталоне – Малибу, 104 КЭ в норме расхода 1,0 л/га – на 93,1–96,3 %). В варианте без применения гербицида численность пырея ползучего составляла 291 ст./м², вегетативная масса – 640 г/м² (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ против пырея ползучего в посевах сахарной свёклы (полевые опыты)

№	Вариант	Численность		Вегетативная масса	
		ст./м ²	БЭ, %	г/м ²	БЭ, %
УП «Агрокомбинат «Ждановичи», Минская область и район, 2022 г.					
1.	Без применения гербицида	309,0	0	916,0	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	9,0	97,1	7,0	99,2
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	11,0	96,4	18,0	98,0
РУП «Институт защиты растений», Минская область и район, 2023 г.					
1.	Без применения гербицида	291	0	640	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	20	93,1	24	96,3
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	20	93,1	26	95,9

Примечание – БЭ – биологическая эффективность, %.

Применение гербицидов против пырея ползучего позволило дополнительно получить 198–343 ц/га свёклы и увеличить выход сахара на 35,9–56,0 ц/га. Во всех вариантах с применением гербицидов получен достоверно сохраненный урожай (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ против пырея ползучего в посевах сахарной свёклы (полевые опыты)

№	Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га	Сахаристость корнеплодов, %	Расчётный выход сахара, ц/га
2022 г.				
1.	Без применения гербицида	263	16,86	44,3
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	466	17,22	80,2
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	461	17,42	80,3
	НСР ₀₅	94		
2023 г.				
1.	Без применения гербицида	377	14,49	48,4
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	716	16,64	105,4
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	720	16,38	104,4
	НСР ₀₅	77		

При изучении эффективности препарата в посевах подсолнечника в 2022 г. перед обработкой гербицидами численность проса куриного составляла 25,0 шт./м², мятлика однолетнего – 8,0 шт./м². На 30-й день после опрыскивания численность проса куриного в контроле (без применения гербицида) возросла до 58,0 шт./м², мятлика однолетнего – до 32,0 шт./м², вегетативная масса достигала 427,0 г/м² и 214,0 г/м² соответственно. Через месяц после применения гербицида Галошанс, КЭ в норме расхода 0,5 л/га численность проса куриного снижалась на 94,8 %, вегетативная масса – на 93,4 %, в эталонном варианте (Малибу 104, КЭ – 0,5 л/га) – на 93,1 и 91,6 % соответственно.

Погодные условия обеспечили хороший эффект от гербицидов и складывались следующим образом. В течение недели до обработки среднесуточная температура составляла +15,9...+22,3 °С, выпало 7 мм осадков. В день обработки было переменное, средняя температура воздуха +23,9 °С, без осадков, скорость ветра 3 м/с. В дальнейшем наблюдалось понижение температуры с +19,0...+23,4 °С в первые трое суток после опрыскивания до +12,7...+18,2 °С на 4–7-е, выпало 22 мм осадков.

Биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы мятлики однолетнего в изучаемом варианте составляла 96,3–96,9 %, в эталоне – 90,2–90,6 % (таблица 5).

В 2023 г. исходная засоренность просом куриным составляла 86,0 шт./м². Через месяц после применения гербицида Галошанс, КЭ в изучаемой норме расхода численность и вегетативная масса проса куриного снижались на 93,4–94,4 %, в эталоне – на 92,8–93,4 % при

численности в варианте без применения гербицида 167,0 шт./м² и вегетативной массе 1726 г/м² (таблица 5).

Таблица 5 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ в посевах подсолнечника (полевые опыты)

№	Вариант	Численность		Вегетативная масса	
		шт./м ²	БЭ, %	г/м ²	БЭ, %
ЧП «Заречка-АГРО», Дрогичинский район, Брестская область, 2022 г.					
Просо куриное					
1.	Без применения гербицида	58,0	0	427	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	4,0	93,1	36	91,6
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	3,0	94,8	28	93,4
Мятлик однолетний					
1.	Без применения гербицида	32,0	0	214	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	3,0	90,6	21	90,2
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	1,0	96,9	8	96,3
ОАО «Агро-Мотоль», Ивановский район, Брестская область, 2023 г.					
Просо куриное					
1.	Без применения гербицида	167,0	0	1726	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	12,0	92,8	114	93,4
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	11,0	93,4	97	94,4

Примечание – БЭ – биологическая эффективность, %.

Хотелось бы отметить, что температурные условия проведения опыта отличались от таковых в предыдущем году. Так, на протяжении 7 дней до и после применения гербицидов среднесуточная температура воздуха была, в основном, +16,9...+19,8 °С, лишь 27–29 мая опускалась до +14,4...+15,4 °С, а 3–4 июня до +11,5...+13,6 °С, осадки не выпадали. В день обработки было переменно, температура воздуха +18,3 °С, без осадков, УФ индекс слабый, ветер 4,1 м/с.

Применение гербицида Галошанс, КЭ против однолетних злаковых сорняков позволило сохранить 3,4–3,6 ц/га (14,2–19,1 %) маслосемян подсолнечника, в эталоне 2,5–2,9 ц/га (12,1–13,3 %) при урожайности в варианте без применения гербицида 18,8–23,9 ц/га (таблица 6).

Численность пырея ползучего перед обработкой гербицидами составляла 27–41 шт./м². Через месяц после опрыскивания гербицидом Галошанс, КЭ в норме расхода 1,0 л/га численность и вегетативная масса пырея ползучего снижались на 95,7–96,7 %, в эталоне (Малибу 104, КЭ – 1,0 л/га) – на 89,5–95,7 % при численности в варианте без применения гербицида 70–86 шт./м² и вегетативной массе 486–652 г/м² (таблица 7).

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ в посевах подсолнечника (полевые опыты)

№	Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
ЧП «Заречка-АГРО», Дрогичинский район, Брестская область, 2022 г.				
1.	Без применения гербицида	18,8	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	21,3	2,5	13,3
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	22,4	3,6	19,1
	НСР ₀₅	1,9		
ОАО «Агро-Мотоль», Ивановский район, Брестская область, 2023 г.				
1.	Без применения гербицида	23,9	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	26,8	2,9	12,1
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	27,3	3,4	14,2
	НСР ₀₅	1,7		

Таблица 7 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ против пырея ползучего в посевах подсолнечника (полевые опыты)

№	Вариант	Численность		Вегетативная масса	
		шт./м ²	БЭ, %	г/м ²	БЭ, %
ЧП «Заречка-АГРО», Дрогичинский район, Брестская область, 2022 г.					
1.	Без применения гербицида	86	0	652	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	9	89,5	52	92,0
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	3	96,5	28	95,7
ОАО «Агро-Мотоль», Ивановский район, Брестская область, 2023 г.					
1.	Без применения гербицида	70	0	486	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	4	94,3	21	95,7
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	3	95,7	16	96,7

Примечание – БЭ – биологическая эффективность, %.

Применение гербицидов против пырея ползучего позволило сохранить 2,3–3,8 ц/га (12,7–18,8 %) маслосемян подсолнечника при урожайности в контроле 18,1–23,9 ц/га (таблица 8).

При изучении эффективности гербицида в посевах ярового рапса погодные условия вегетационных периодов 2022–2023 гг. характеризовались существенными различиями в распределении осадков и температурном режиме. Так, в 2022 г. в период гербицидной обработки температура воздуха находилась на уровне или несколько превышала среднемноголетние значения, что в сочетании с достаточной влагообеспеченностью создавало оптимальные условия для роста и развития как культурных, так и сорных растений, а также способствовало проявлению гербицидной активности исследуемого граминицида. На опытном участке перед применением гербицидов численность проса куриногo составляла 63,0 шт./м², мятлика однолетнего – 2,0 шт./м².

Таблица 8 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ в посевах подсолнечника (полевые опыты)

№	Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
ЧП «Заречка-АГРО», Дрогичинский район, Брестская область, 2022 г.				
1.	Без применения гербицида	18,1	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	20,4	2,3	12,7
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	21,5	3,4	18,8
	НСР ₀₅	1,9		
ОАО «Агро-Мотоль», Ивановский район, Брестская область, 2023 г.				
1.	Без применения гербицида	23,9	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	27,5	3,6	15,1
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	27,7	3,8	15,9
	НСР ₀₅	1,8		

Через месяц после обработки в варианте без применения гербицида насчитывалось 120,0 шт./м² проса куриного с вегетативной массой 270,4 г/м² и 5,0 шт./м² мятлика однолетнего с массой 26,2 г/м². Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ в норме расхода 0,5 л/га по снижению численности и массы сорных растений была на уровне эталона и составила 92,8–98,2 %, в эталоне Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – 94,0–97,2 % (таблица 9).

Таблица 9 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового рапса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Биологическая эффективность по снижению численности, %		Биологическая эффективность по снижению массы, %	
		2022	2023	2022	2023
		Просо куриное			
1.	Без применения гербицида, шт./м ² , г/м ²	120,0	80,0	270,4	63,0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	94,0	82,5	97,2	84,1
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	92,8	87,0	95,0	92,1
Мятлик однолетний					
1.	Без применения гербицида, шт./м ² , г/м ²	5,0	4,5	26,2	16,8
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	94,0	84,4	96,8	88,7
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	98,2	88,9	98,0	90,5

В 2023 г. неблагоприятные агрометеорологические условия в период обработки (повышенный температурный режим и отсутствие осадков) оказывали негативное влияние на рост и развитие, как ярового рапса, так и сорных растений, а также несколько снизили эффективность изучаемых препаратов. Перед применением гербицидов в посевах культуры произрастало 65,7 шт./м² проса куриного и 2,3 шт./м² мятлика однолетнего.

Через 30 дней после обработки в варианте без применения гербицида численность проса куриного составила 80,0 шт./м², вегетативная масса – 63,0 г/м², мятлика однолетнего – 4,5 шт./м² и 16,8 г/м² соответственно. Под действием гербицида Галошанс, КЭ численность проса куриного и мятлика однолетнего снижались на 87,0–88,9 %, их масса – на 90,5–92,1 %, в эталоне эти показатели составили 82,5–84,4 % и 84,1–88,7 % (таблица 9).

Достоверно сохраненный урожай в варианте с применением гербицида Галошанс, КЭ составил 1,1–1,4 ц/га (12,5–21,1 %), в эталоне (Малибу 104, КЭ) – 0,9–1,2 ц/га (10,2–18,2 %) (таблица 10).

Таблица 10 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ в посевах ярового рапса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
2022 г.				
1.	Без применения гербицида	6,6	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	7,8	1,2	18,2
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	8,0	1,4	21,2
	НСР ₀₅	0,8		
2023 г.				
1.	Без применения гербицида	8,8	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (0,5 л/га) – эталон	9,7	0,9	10,2
3.	Галошанс, КЭ (0,5 л/га)	9,9	1,1	12,5
	НСР ₀₅	0,8		

Численность пырея ползучего значительно изменялась по годам. Так, исходная засоренность в 2022 г. составляла 133,0 ст./м², в 2023 г. – 19,0 ст./м². Через 30 дней в варианте без применения гербицида в 2022 г. насчитывался 171,0 ст./м² пырея ползучего с вегетативной массой 302,0 г/м². В варианте с применением гербицида Галошанс, КЭ в норме расхода 1,0 л/га гибель данного вида составила 91,7 %, вегетативная масса снижалась на 90,6 %; в эталонном варианте (Малибу 104, КЭ в такой же норме расхода) эффективность по снижению численности пырея ползучего составила 95,2 %, массы – 88,5 %. В 2023 г. через 30 дней после обработки в варианте без применения гербицида насчитывалось 79,0 ст./м² с вегетативной массой 42,0 г/м². Биологическая эффективность по снижению численности и массы сорняка в изучаемом варианте и в эталоне была практически одинаковой и составила 86,6–95,2 % (таблица 11).

Снижение засоренности посевов ярового рапса пыреем ползучим при применении гербицидов обеспечило сохранение урожая от 1,7–1,9 (2023 г.) до 2,6–2,9 ц/га (2022 г.) по сравнению с вариантом без применения гербицида (таблица 12).

Таблица 11 – Биологическая эффективность гербицида Галошанс, КЭ против пырея ползучего в посевах ярового рапса (полевые опыты РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Биологическая эффективность по снижению численности, %		Биологическая эффективность по снижению массы, %	
		2022	2023	2022	2023
1.	Без применения гербицида, ст./м ² , г/м ²	171,0	79,0	302,0	42,0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	95,2	88,1	88,5	90,2
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	91,7	86,6	90,6	92,9

Таблица 12 – Хозяйственная эффективность гербицида Галошанс, КЭ в посевах ярового рапса (полевые опыты РУП «Институт защиты растений»)

№	Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
2022 г.				
1.	Без применения гербицида	14,6	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	17,5	2,9	19,9
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	17,2	2,6	17,8
	НСР ₀₅	1,9		
2023 г.				
1.	Без применения гербицида	8,2	0	0
2.	Малибу 104, КЭ (1,0 л/га) – эталон	9,9	1,7	20,7
3.	Галошанс, КЭ (1,0 л/га)	10,1	1,9	23,2
	НСР ₀₅	1,5		

Таким образом, применение гербицида Галошанс, КЭ (галокси-фоп-Р-метил) в посевах сахарной свеклы, ярового рапса и подсолнечника позволяет эффективно защищать культуры от однолетних злаковых сорных растений и пырея ползучего: биологическая эффективность по снижению их численности составляет 92,5–98,0 %, по снижению вегетативной массы – 93,1–98,0 %. Во всех вариантах опыта с использованием гербицида Галошанс, КЭ получен достоверно сохраненный урожай. Отрицательного действия на рост и развитие культур не выявлено. На основании результатов исследований гербицид включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Список литературы

1. Гаджиева, Г. И. Вредоносность проса куриного в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева, А. Н. Бобович, О. В. Подковенко // Современные технологии с.-х. производства: сб. науч. ст. по материалам XXV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта 2022 г.: Агронимия. Защита растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно, 2022. – С. 28–29.

2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2023. – 801 с.
3. Граминициды против злаковых сорняков: механизм действия и особенности применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZJMEspArAKf3MVo>. – Дата доступа: 14.02.2024.
4. Доминирующие сорняки и их вредоносность в посевах подсолнечника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studylib.ru/doc/2384195/dominiruyushhie-sornyaki-i-ih-vredonosnost_-v-posevah. – Дата доступа: 15.02.2024.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. 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://vizrsppb.ru/assets/docs/vestnik/sup/Luneva_Mysnik_2018-s.pdf. – Дата доступа: 25.04.2024.
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., 2007. – 58 с.
8. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.: А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2022. – 59 с.
9. 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., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Ин-т защиты растений» (гг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2021. – С. 7–20.

H. I. Hajyieva, A. N. Babovich, I. V. Bahamolava
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

GRASS WEEDS CONTROL IN INDUSTRIAL CROPS WITH THE HERBICIDE GALOSHANS, EC

Annotation. The results of studies on the regulation of the number of annual grass weeds and *Elytrigia repens* (L.) Nevski in sugar beet, sunflower and spring rapeseed crops using graminicide Galoshans, EC (*haloxyphop-R-metil*, 104 g/l) are presented. The use of the herbicide a month after treatment made it possible to reduce the contamination of crops with *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. and *Poa annua* L. by 87,0–98,0 %, with *E. repens* (L.) Nevski by 86,6–99,2 %, preserve the harvest and additionally obtain up to 357–383 c/ha of beetroot, 3,4–3,8 c/ha of sunflower oil seeds and 1,1–2,6 c/ha of spring rapeseed. There was no negative impact on the growth and development of crops.

Key words: sugar beet, sunflower, spring rape, annual grass weeds, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, graminicide, biological and economic efficiency.

С. И. Михайлова^{1,2}, Т. В. Эбель¹

¹Томский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»,
Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный
университет, Томск, Россия

МОНИТОРИНГ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ, ЗАСОРЯЮЩИХ СЕМЕНА ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Дата поступления статьи в редакцию: 16.05.2024

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

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинга засоренности семенных партий, а также данные герботогических анализов семян медоносной и сидеральной культуры – фацелии пижмолистной, выращиваемой в условиях Западной Сибири. Приводится информация о видовом и количественном составе сорных растений, обнаруженных в семенах фацелии в 2018–2023 гг. Выявлены доминирующие виды сорняков, трудноотделимые от семян основной культуры.

Ключевые слова: фацелия, *Phacelia tanacetifolia* Benth., семена, сорные растения, герботогический анализ

Введение. Фацелия пижмолистная *Phacelia tanacetifolia* Benth. – однолетнее растение семейства Hydrophyllaceae, обладает скороспелостью, экологической пластичностью и высокой нектаропродуктивностью, что обуславливает ее популярность в качестве ценного медоносного растения во многих странах мира [1–5]. В последние годы возрос интерес к использованию фацелии в медицине [6].

Введение фацелии в севообороты в качестве покровной и сидеральной культуры способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур [7] и улучшению структуры почвы [8]. Значение фацелии возрастает в условиях развития органического земледелия, когда она может обеспечить надежный конвейер медосбора и сохранить в агроценозе полезную энтомофауну [9], а также в качестве фитомелиоранта для формирования кормовой базы пчеловодства на сильно эродированных землях [10].

Многие авторы указывают на способность фацелии подавлять в посевах сорные растения [11–13], в том числе благодаря аллелопатической

активности [14]. Однако, это не исключает высокой засоренности производственных посевов фацелии, что требует совершенствования химических [15, 16] и агротехнических мер [17] регулирования сорной растительности.

В Сибирском федеральном округе (СФО) фацелия относится к числу наиболее популярных и востребованных сидеральных и медоносных растений, спрос на семена которых постоянно растет. Однако, как показали результаты длительного мониторинга, качество семян сидеральных и медоносных культур, поступающих в торговые сети СФО, не всегда соответствует стандартам РФ [18, 19].

Цель данной статьи – выявить видовой состав и численность диаспор сорных растений, сопутствующих семенам фацелии пижмолистной, выращиваемой в условиях Западной Сибири.

Материалы и методика проведения исследований. Герботологические анализы семенных партий фацелии пижмолистной проведены в испытательной лаборатории Томского филиала ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений». Материалом для исследований послужили образцы семян фацелии, выращенной в регионах Западной Сибири в период 2018–2023 гг. С целью выявления видового состава сорных растений, засоряющих семена фацелии, было проанализировано 30 партий семян, поставляемых в торговые сети г. Томска из разных городов. С целью определения численности диаспор сорняков и выявления преобладающих видов из каждого образца массой 0,5–1 кг выделялись семена всех сорных видов. Идентификацию семян сорняков с учетом основных морфологических признаков осуществляли с помощью бинокулярного микроскопа Stemi 305 (ZEISS), руководствуясь основными методическими руководствами [20, 21], а также используя карпологию коллекцию Томского филиала ФГБУ «ВНИИКР», насчитывающую свыше 1000 образцов семян и плодов, относящихся более чем к 370 видам преимущественно сорных растений. Для учета численности семян сорных видов из каждого образца отбирали по 10 проб массой 5–10 г (в зависимости от степени засоренности) и проводили подсчет всех диаспор сорных видов с перерасчетом на 1 кг семян.

Результаты и их обсуждение. В ходе мониторинга засоренности семенных партий фацелии выявлены и идентифицированы диаспоры 53 видов сорных растений, относящихся к 19 семействам (таблица 1).

Более половины (55,5 %) выявленных сорняков являются адвентивными видами, пять из которых (*Conium maculatum*, *Echinochloa crus-galli*, *Melilotus officinalis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Vicia hirsuta*) – инвазивные виды на территории Сибири [22].

Таблица 1 – Видовой состав растений, обнаруженных в семенах фацелии, выращенной в Западной Сибири в период 2018–2023 гг.

№ п/п	Вид	Группа	Встречаемость, % от общего количества образцов
1.	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	Адв	39,1
2.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Адв	30,4
3.	<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Ап	4,3
4.	<i>Avena fatua</i> L.	Адв	13,0
5.	<i>Brassica campestris</i> L.	Адв	17,4
6.	<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub	Ап	4,3
7.	<i>Camelina sativa</i> Crantz	Адв	52,2
8.	<i>Chenopodium album</i> L.	Ап	87,0
9.	<i>Cichorium intybus</i> L.	Адв	4,3
10.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. s.l.	Ап	56,5
11.	<i>Conium maculatum</i> L.	Адв (И)	13,0
12.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Ап	21,7
13.	<i>Corispermum declinatum</i> Stephan et Steven	Адв	34,8
14.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Адв (И)	87,0
15.	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Ап	17,4
16.	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L. Her.	Адв	26,1
17.	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	Ап	13,0
18.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	Ап	39,1
19.	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Адв	4,3
20.	<i>Galega orientalis</i> Lam.	Адв	4,3
21.	<i>Galeopsis</i> spp.	Адв	52,2
22.	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	Адв	26,1
23.	<i>Galium vaillantii</i> DC.	Адв	34,5
24.	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	Ап	43,5
25.	<i>Lapsana communis</i> L.	Адв	13,0
26.	<i>Malva pusilla</i> Sm.	Ап	8,7
27.	<i>Medicago lupulina</i> L.	Ап	4,3
28.	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	Ап	21,7
29.	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Адв (И)	30,4
30.	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Адв	21,7
31.	<i>Oberna behen</i> (L.) Ikonn.	Ап	8,7
32.	<i>Panicum miliaceum</i> ssp. <i>ruderales</i> (Kitag.) Tzvelev	Адв	78,3
33.	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray	Ап	52,2
34.	<i>Phleum pratense</i> L.	Ап	4,3
35.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Ап	13,0
36.	<i>Rumex acetosa</i> L.	Ап	17,4
37.	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. et Schult.	Адв	65,2
38.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Адв	91,3

№ п/п	Вид	Группа	Встречаемость, % от общего количества образцов
39.	<i>Silene noctiflora</i> L.	Адв	4,3
40.	<i>Sinapis alba</i> L.	Адв	13,0
41.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Адв	4,3
42.	<i>Solanum nigrum</i> L.	Ап	8,7
43.	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Ап	21,7
44.	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Адв	8,7
45.	<i>Spergula arvensis</i> L.	Адв	13,0
46.	<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Адв	17,4
47.	<i>Stachys palustris</i> L.	Ап	39,1
48.	<i>Stellaria media</i> (L.) Villars	Ап	8,7
49.	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Ап	34,8
50.	<i>Trifolium pratense</i> L.	Ап	13,0
51.	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	Адв (И)	13,0
52.	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	Адв (И)	17,4
53.	<i>Viola arvensis</i> Murray	Адв	13,0

Примечание – Адв – адвентивный вид, Ап – апофит, И – инвазивный вид.

Анализ исследованных семенных партий показал, что тенденция, выявленная нами ранее [18], по-прежнему остается актуальной: семена фацелии отличаются высокой засоренностью и разнообразным видовым составом сорных растений. В таблице 2 представлены результаты нескольких герботологических анализов партий семян фацелии, выполненных в 2020–2023 гг.

В исследованных образцах обнаружено от 6 до 24 видов сорных растений. Чаще всего выявляются диаспоры 11–15 видов. Практически все они легко идентифицируются, за исключением некоторых видов. Так, плоды-эремы двух видов рода *Galeopsis* (пикульник) – *G. bifida* Voenn. и *G. speciosa* Mill. – практически не отличаются по морфологии, хотя сами растения в фазу цветения хорошо различаются по цветкам.

По данным обследования в 2020–2023 гг. общая засоренность партий фацелии варьирует от 2140 до 131600 шт./кг и остается на таком же высоком уровне, как и в предыдущие годы мониторинга. К числу преобладающих засорителей семян фацелии относятся мелкосемянные виды двудольных (марь белая *Chenopodium album*, рыжик яровой *Camelina sativa*, щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus*, щирица жминдовидная *A. blitoides*) и однодольных (ежовник обыкновенный *Echinochloa crus-galli*, просо сорное *Panicum miliaceum* ssp. *runderale*, щетинник зеленый *Setaria viridis* и щетинник низкий *S. pumila*) сорняков. Причем диаспоры просовидных злаков выявляются регулярно с высокой встречаемостью (64–100 %) и часто с высоким обилием (таблицы 1, 2).

Таблица 2 – Содержание диаспор сорных растений в семенных партиях фацелии по результатам герботологических анализов, проведенных в 2020–2023 гг.

Дата анализа	Происхождение образца	Количество видов сорняков	Количество семян сорняков, шт/кг	Доминирующие виды сорных растений (количество семян, шт/кг)
04.04.2020	г. Томск	12	13840	<i>Echinochloa crus-galli</i> (4320) <i>Setaria viridis</i> (3960)
06.08.2020	г. Томск	9	5490	<i>Echinochloa crus-galli</i> (5090)
19.08.2020	г. Новосибирск	6	26340	<i>Camelina sativa</i> (25620)
17.09.2020	г. Барнаул	11	12500	<i>Panicum miliaceum</i> ssp. <i>ruderale</i> (11300) <i>Amaranthus blitoides</i> (3012) <i>Camelina sativa</i> (2750) <i>Chenopodium album</i> (1950)
03.02.2021	г. Барнаул	15	21360	<i>Chenopodium album</i> (13200) <i>Panicum miliaceum</i> ssp. <i>ruderale</i> (5680)
04.03.2021	г. Томск	16	59550	<i>Setaria viridis</i> (31600) <i>Echinochloa crus-galli</i> (9860) <i>Stachys palustris</i> (5860)
20.07.2021	г. Новосибирск	24	146000	<i>Chenopodium album</i> (88000) <i>Amaranthus retroflexus</i> (31000)
18.03.2022	г. Барнаул	12	35300	<i>Lappula squarrosa</i> (28600) <i>Chenopodium album</i> (3200)
04.10.2022	г. Томск	12	2140	<i>Spergula arvensis</i> (1500)
20.01.2023	г. Новосибирск	22	131600	<i>Galium vaillantii</i> (38800) <i>Melandrium album</i> (38800) <i>Chenopodium album</i> (28400) <i>Stachys palustris</i> (13600)
27.01.2023	г. Кемерово	11	14440	<i>Camelina sativa</i> (10400)
10.12.2023	г. Новосибирск	14	23500	<i>Chenopodium album</i> (10760) <i>Setaria viridis</i> (4600) <i>Echinochloa crus-galli</i> (3800) <i>Setaria pumila</i> (3360)

Высокая встречаемость и численность сорняков трибы Просовые (Paniceae) в семенах фацелии во многом обусловлена общей тенденцией к увеличению распространения и обилия сорных просовидных злаков в посевах Сибири [23].

Следует отметить, что для обследованных ранее (в 2018–2019 гг.) семенных партий фацелии, поступивших из европейской части России, также характерна высокая численность семян сорняков [18]. Несмотря на совершенствование методов очистки семян фацелии, в частности применение фотосепараторов [24], в настоящее время в условиях фермерских

хозяйств инновационные методы очистки не используются, поэтому редко удастся производить качественные по засоренности семена фацелии.

Выводы. В результате проведенных в течение 2018–2023 гг. герботологических анализов установлен видовой состав сорных растений, диаспоры которых засоряют семена фацелии пижмолистной в условиях Западной Сибири. Выявлены и идентифицированы семена 53 видов сорных растений, относящихся к 19 семействам. Засоренность отдельных партий семян варьирует от 2140 до 131600 шт./кг. Доминирующими засорителями семян фацелии являются мелкосемянные виды двудольных (марь белая, рыжик яровой, щирица запрокинутая, щирица жминдовидная) и однодольных (ежовник обыкновенный, просо сорное, щетинник зеленый и щетинник низкий) сорняков.

Список литературы

1. Бирюля, Н. М. Медоносные, лекарственные, декоративные растения естественной флоры Сибири, Урала и европейской части России : справ. изд. в 2 т. / Н. М. Бирюля, К. В. Богомолов. – Рязань: Рязанская обл. тип. ; Новосибирск : [б. и.], 2017. – Т.1. – 352 с.
2. Шапорова, Я. А. Кормовая база пчеловодства РБ / А. Я. Шапорова // Беларускі пчальяр. – 2020. – № 3 (60). – С. 45–55.
3. Petanidou, T. Introducing plants for bee-keeping at any cost? – Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions / T. Petanidou // Plant Syst. Evol. – 2003. – Vol. 238, iss. 1-4. – P. 155–168.
4. Dumanoglu, Z. General characteristics and importance of *Phacelia (Phacelia tanacetifolia* Benth.) and some studies in Turkey / Z. Dumanoglu // Turkish J. of Agriculture – Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 7, № 2. – P. 365–369.
5. Nutritional composition of *Phacelia tanacetifolia* Benth. bee pollen and inflorescences / O. Vergun [et al.] // Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality. – 2023. – Vol. 7, № 1. – P. 95–104.
6. Гиполипидемическая активность фитокомплекса травы фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) / П. А. Шейхмагомедова [и др.] // Вопросы биол., мед. и фармац. химии. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 69–74.
7. Błażewicz-Woźniak, B. The effect of cover crops on the yield of carrot (*Daucus carota* L.) in ploughless and conventional tillage / B. Błażewicz-Woźniak [et al.] // Hort. Sci. (Prague). – 2019. – Vol. 46, № 2. – P. 57–64.
8. *Phacelia (Phacelia tanacetifolia* Benth.) affects soil structure differently depending on soil texture / A. Bacq-Labreuil [et al.] // Plant and Soil. – 2019. – Vol. 441, iss. 1-2. – P. 543–554.
9. Ченикалова, Е. В. Пути повышения эффективности природных опылителей при органическом земледелии / Е. В. Ченикалова, В. Н. Черкашин // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 8. – С. 25–29.
10. Биологические ресурсы *Phacelia tanacetifolia* Benth. юга Среднерусской возвышенности как исходный материал для селекции на устойчивость / Е. В. Думачева [и др.] // Изв. Горского гос. аграр. ун-та. – 2017. – Т. 54, № 3. – С. 188–192.
11. Effect of cover crops and ploughless tillage on weed infestation of field after winter before pre-sowing tillage / M. Błażewicz-Woźniak [et al.] // Romanian Agr. Research. – 2016, № 33. – P. 185–194.
12. Use of living, mowed, and soil-incorporated cover crops for weed control in apricot orchards / N. Tursun [et al.] // Agronomy. – 2018. – Vol. 8, iss. 8. – P. 150.
13. Weed suppressive ability of cover crops under water-limited conditions / A. Schappert [et al.] // Plant, Soil and Environment. – 2019. – Vol. 65, № 11. – P. 541–548.

14. Wider use of honey plants in farming: allelopathic potential of *Phacelia tanacetifolia* Benth. / A. Kliszcz [et al.] // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, iss. 4. – P. 1–18.

15. Якимович, Е. А. Защита лекарственных, пряно-ароматических и медоносных растений от сорной растительности: монография / Е. А. Якимович; НЭГ «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2018. – 272 с.

16. Якимович, Е. А. Применение мезотриона в посевах фацелии пижмолистной / Е. А. Якимович // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 58–65.

17. Weed composition in hungarian phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) seed production: could tine harrow take over chemical management? / G. Pinke [et al.] // Agronomy. – 2022. – Vol. 12, iss. 4. – P. 891.

18. Михайлова, С. И. Распространение чужеродных растений путём спейрохории в агроценозах Томской области / С. И. Михайлова, Т. В. Эбель, А. Л. Эбель // Рос. журн. биол. инвазий. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 65–73.

19. Михайлова, С. И. Возможность заноса сорных растений с семенами редьки масличной / С. И. Михайлова, Т. В. Эбель // Аграр. науч. журн. – 2020, № 11. – С. 35–38.

20. Доброхотов, В. Н. Семена сорных растений / В. Н. Доброхотов. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 414 с.

21. Майсурия, Н. А. Определитель семян и плодов сорных растений / Н. А. Майсурия, А. И. Атабекова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1978. – 288 с.

22. Черная книга флоры Сибири / А. Л. Эбель [и др.] ; науч. ред. Ю. К. Виноградова, отв. ред. А. Н. Куприянов ; Федерал. агентство науч. орг. – Новосибирск: Гео, 2016. – 440 с.

23. Эбель, А. Л. Паникоидные злаки (Poaceae: Paniceae) во флоре Азиатской России: таксономический состав, распространение, фитосанитарные риски / А. Л. Эбель, Т. В. Эбель, С. И. Михайлова // Ботаника и ботаники в меняющемся мире : труды Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского гос. ун-та (Томск, 14-16 нояб. 2023 г.) / М-во науки и высш. образования РФ, Нац. исслед. Томский гос. ун-т, Томское отделение Рус. бот. о-ва ; отв. ред. А. С. Ревушкин. – Томск, 2023. – С. 201–205.

24. Курчатова, В. В. Современные технологии получения высококачественных семян медоносных культур / В. В. Курчатова, С. Г. Севоднева // Конструктивный потенциал современных гуманитарных и социально-экономических наук: проблемы наращивания и реализации : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 24 июня 2020 г. / АПНИ ; редкол.: Н. А. Духно [и др.]. – Белгород, 2020. – С. 35–40.

S. I. Mikhailova^{1, 2}, T. V. Ebel¹

¹*Tomsk Branch of All-Russian Plant Quarantine Center, Tomsk, Russia*

²*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

MONITORING OF WEEDS CLOGGING THE SEEDS OF PHACELIA TANSY IN WESTERN SIBERIA

Annotation. The article presents the results of monitoring the contamination of seed batches, as well as data from herbological analyses of seeds of honey-bearing and sidereal crops – *Phacelia tansyleaf*, grown in Western Siberia. Information is provided on the species and quantitative composition of weeds found in phacelia seeds in 2018-2023. The dominant weed species, difficult to separate from the seeds of the main crop, have been identified.

Key words: phacelia, *Phacelia tanacetifolia* Benth., seeds, weeds, herbological analysis.

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ МАЛИНЫ ЛЕТНЕЙ И ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 18.06.2024

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

Аннотация. Представлено видовое разнообразие сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой. Дана оценка засоренности, описаны доминирующие сорные растения для насаждений малины летней и земляники садовой. Высокая исходная численность сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой требует разработки защитных мероприятий насаждений малины летней и земляники садовой от сорняков.

Ключевые слова: сорные растения, засоренность, видовой состав, малина летняя, земляника садовая.

Введение. В Беларуси общая площадь ягодных насаждений составляет 13,3 тыс. га, при этом на посадки земляники садовой приходится около 10 тыс. га, а малины летней – около 2 тыс. га. [1]. Одним из важнейших факторов, ограничивающих рост урожайности в условиях интенсификации растениеводства, является высокая засоренность плантаций. В первые годы после посадки культуры слабо конкурируют с сорными растениями, в результате культурные растения отстают в росте, а иногда и погибают. Ущерб, наносимый сорняками урожаю ягод, достигает 10–20 %, а при высокой степени засоренности потери урожая могут достигать 28 %. Сорняки не только существенно снижают урожай и качество ягод, но способствуют распространению вредителей и болезней, увеличивают затраты на уход за растениями и усложняют уборку урожая [2, 3, 4].

На плантациях малины летней и земляники садовой в Беларуси встречаются более 300 видов сорной растительности, из них около 40 видов являются наиболее распространёнными. Наименьшим видовым составом отличаются насаждения на сухих дерново-подзолистых и дерново-карбонных почвах легкого механического состава [3, 5].

Целенаправленные исследования по изучению видового состава сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой в республике до настоящего времени не проводились, в литературе

имеются лишь фрагментарные сведения об их распространенности. В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось изучение видового состава сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой, которая в свою очередь будет являться основой для формирования ассортимента наиболее эффективных гербицидов.

Материалы и методы проведения исследований. Оценка засоренности насаждений земляники садовой и малины летней проводилась в 2021–2023 гг. в хозяйствах Минской – РУП «Институт плодородства», ГП «Восход» и КФХ «Антей сад»; Гродненской – в СПК «им. В.В. Кремко», СПК «Племзавод Россь» и филиал «Поречанка» ОАО «Гродненский мясокомбинат»; Брестской – ЛПК «Крачевского»; Витебской областей – РУП «Голочинский консервный завод».

Видовой состав и численность сорных растений определяли на каждой плантации до 5 га по диагонали путем наложения 4 учетных рамок площадью 0,25 м² [6].

Численность (отдельных видов, их групп, всех сорняков) определяли, как число 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 [7].

Ботанико-биологические признаки сорных растений устанавливали согласно определителям [8, 9, 10].

Результаты исследований. Видовое разнообразие сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой было представлено 36 видами, видовой состав сорняков отличался в зависимости от культуры.

В насаждениях земляники садовой численность сорных растений в среднем за три года исследований составила 358,0 шт./м² из них многолетних – 197,1 шт./м², однолетних – 160,9 шт./м² (таблица). Доминирующими видами на протяжении трех лет являлись: одуванчик лекарственный (61,9 шт./м²), пырей ползучий (46,0 шт./м²), клевер ползучий (40,0 шт./м²), просо куриное (37,0 шт./м²), яснотка пурпурная (31,8 шт./м²) и мятлик однолетний (20,3 шт./м²). Ниже была засоренность звездчаткой средней (17,7 шт./м²), геранью круглолистной (17,0 шт./м²), хвощем полевым (15,0 шт./м²) и марью белой (11,7 шт./м²). Численность остальных видов сорных растений колебалась от 0,9 шт./м² (крестовник обыкновенный) до 8,2 шт./м² (вьюнок полевой).

Таблица – Видовой состав и численность сорной растительности в насаждениях малины летней и земляники садовой (маршрутные обследования, 2021–2023 гг.)

Виды сорных растений	Численность сорных растений (шт., стеблей/м ²)	
	Земляника садовая	Малина летняя
Многолетние		
Вероника дубравная (<i>Veronika chamaedrys</i> L.)	4,5	7,0
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	8,2	-
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)	3,4	0,5
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	40,0	-
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	-	2,2
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	7,1	-
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	61,9	13,0
Осот полевой (желтый) (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	1,0	4,2
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	2,3	1,0
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	-	0,5
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	-	7,3
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	-	3,5
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	46,0	27,2
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	-	2,0
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	15,0	-
Щавель конский (густой) (<i>Rumex confertus</i> Willd.)	5,0	0,5
Щавель малый (<i>Rumex acetosella</i> L.)	2,7	-
Всего	197,1	68,9
Однолетние		
Галинзога мелкоцветковая (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	3,1	-
Герань круглолистная (<i>Geranium rotundifolium</i> L.)	17,0	-
Герань рассеченная (<i>Geranium dissectum</i> L.)	-	0,5
Горец почечуйный (<i>Polygonum persicoria</i> L.)	3,3	-
Дрема белая (<i>Silene pratensis</i> (Rafn) Godr.)	-	13,3
Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	17,7	-
Крестовник обыкновенный (<i>Senecio vulgaris</i> L.)	0,9	-
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	11,7	-
Мелкопестник канадский (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	6,5	2,6
Мятлик однолетний (<i>Poa annua</i> L.)	20,3	38,7
Незабудка полевая (<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.)	-	3,7
Пастушья сумка обыкновенная (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	1,4	16,9
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	-	3,0

Продолжение таблицы

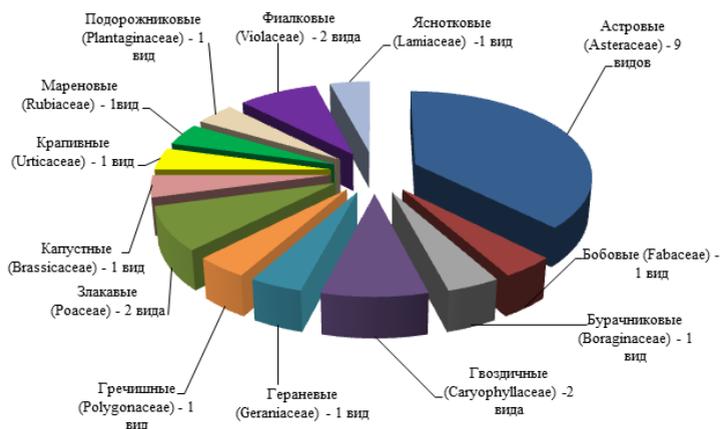
Виды сорных растений	Численность сорных растений (шт., стеблей/м ²)	
	Земляника садовая	Малина летняя
Просо куриное (<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv)	37,0	-
Трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.)	6,0	3,2
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murray)	-	15,6
Фиалка трехцветная (<i>Viola tricolor</i> L.)	4,2	1,9
Ясколка дернистая (<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.)	-	5,0
Яснотка пурпурная (<i>Lamium purpureum</i> L.)	31,8	1,7
Всего	160,9	106,1
Итого	358,0	175,0

В насаждениях малины летней максимальная численность сорняков составляла 175,0 шт./м² из них многолетних – 68,9 шт./м², однолетних – 106,1 шт./м². В насаждении культуры доминировали 6 видов сорных растений: мятлик однолетний (38,7 шт./м²), пырей ползучий (27,2 стебель/м²), пастушья сумка обыкновенная (16,9 шт./м²), фиалка полевая (15,6 шт./м²), дрема белая (13,3 шт./м²), одуванчик лекарственный (13,0 шт./м²). Засоренность полынью горькой, вероникой дубравной и ясколкой дернистой составляла 7,3, 7,0 и 5,0 шт./м² соответственно. Численность оставшихся видов сорных растений в насаждениях малины летней составляла от 0,5 шт./м² (горошек мышиный, пижма обыкновенная, щавель конский и герань рассеченная) до 4,2 шт./м² (осот полевой).

Сорные растения, произрастающие в насаждениях малины летней и земляники садовой, принадлежит к 16 семействам (рисунок 1). Наибольшим видовым разнообразием как на малине летней, так и на землянике садовой характеризовались представители семейства астровые (9 видов и 7 видов соответственно), злаковые (2 вида и 3 вида соответственно). Следует отметить, что в насаждениях земляники садовой 3 видами представлено семейство гречишные (щавель конский (густой), щавель малый и горец почечуйный), 2 видами семейства бобовые (клевер ползучий, горошек мышиный) и подорожниковые (вероника дубравная, льнянка обыкновенная), в то же время в насаждениях малины летней выше перечисленные семейства были представлены только одним видом (бобовые – горошек мышиный; гречишные – щавель конский; подорожниковые – вероника дубравная), а двумя видами представлены семейства фиалковые (фиалка трехцветная, фиалка полевая) и гвоздичные (ясколка дернистая, дрема белая). А в насаждении земляники садовой данные семейства представлены одним видом: фиалковые – фиалка трехцветная, гвоздичные – звездчатка средняя.

В результате анализа полученных данных установлено, что в насаждениях земляники садовой встречаются виды из семейств вьюнковые (вьюнок полевой), амарантовые (марь белая) и хвощовые (хвощ полевой), которые не отмечались в насаждениях малины летней. В свою очередь виды из семейства бурачниковые (незабудка полевая), крапивные (крапива двудомная) и мареновые (подмаренник цепкий) отмечались только в прикустовых полосах малины летней.

Малина летняя



Земляника садовая

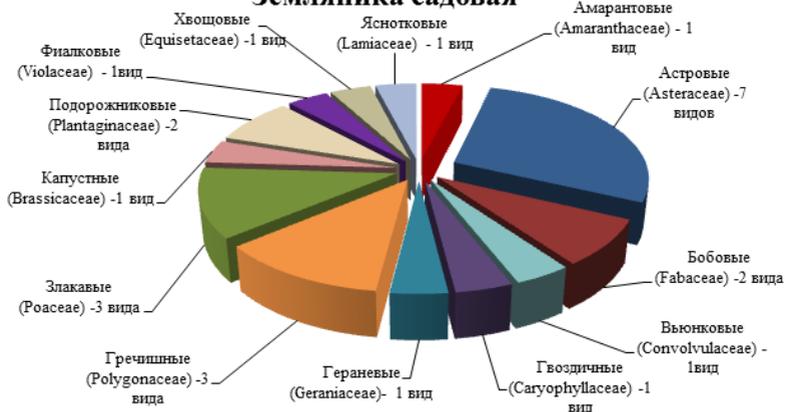
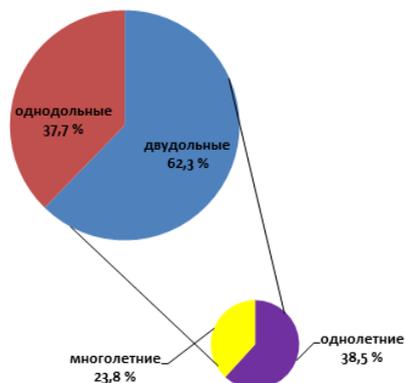


Рисунок 1 – Структура доминирования семейств сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой (маршрутные обследования, 2021–2023 гг.)

Малина летняя



Земляника садовая

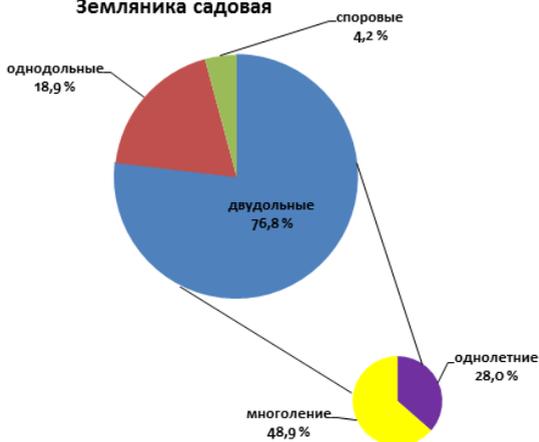


Рисунок 2 – Соотношение биологического разнообразия сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой (маршрутные обследования, 2021–2023 гг.).

Анализируя структуру доминирования сорных растений, установлено, что в насаждениях земляники садовой преобладали двудольные сорняки (76,8 %), из них: 24,0 % – многолетние стержнекорневые и 22,0 % – многолетние корнеотпрысковые (рисунок 2). Из двудольных однолетних сорняков, которые в общей структуре занимают 28,0 % от общей засоренности, преобладали яровые сорные растения (15,6 %). Однодольные сорные растения были главным образом представлены однолетними

яровыми (11,3 %), с доминированием проса куриного. Доля споровых сорняков в насаждении земляники садовой составляла 4,2 %.

В насаждениях малины летней в целом доминировали двудольные сорняки (62,3 %) из которых 38,5 % составляли однолетние и 23,8 % – многолетние. Из многолетних выявлены стержнекорневые виды сорных растений (9,4 %), из однодольных преобладали зимующие виды сорняков (22,1 %).

Обобщая полученные данные, выявлено, что в насаждениях земляники садовой доминировали: одуванчик лекарственный, пырей ползучий, клевер ползучий, просо куриное, яснотка пурпурная и мятлик однолетний. В насаждениях малины летней: мятлик однолетний, пырей ползучий, пастушья сумка обыкновенная, фиалка полевая, дрема белая, одуванчик лекарственный.

В результате исследований установлено, что в насаждении земляники садовой преобладают многолетние двудольные стержнекорневые и корнеотпрысковые виды сорной растительности, а в насаждении малины летней доминантными видами являются однолетние двудольные зимующие сорняки.

Заключение. Видовое разнообразие сорных растений в насаждениях малины летней и земляники садовой представлено 36 видами из 16 семейств. Наибольшим видовым разнообразием характеризовались представители семейств: астровые и злаковые. В насаждение земляники летней так же отмечались виды из семейств вьюнковые, амарантовые и хвощовые, а виды из семейств бурачниковые, крапивные и мареновые отмечались только в прикустовых полосах малины летней.

В насаждениях земляники садовой доминирующими видами являются одуванчик лекарственный (61,9 шт./м²), пырей ползучий (46,0 шт./м²), клевер ползучий (40,0 шт./м²), просо куриное (37,0 шт./м²), яснотка пурпурная (31,8 шт./м²) и мятлик однолетний (20,3 шт./м²). Отмечается высокая доля многолетних стержнекорневых (24,0 %) и многолетних корнеотпрысковых (22,0 %).

Доминирующими видами для малины летней являются мятлик однолетний (38,7 шт./м²), пырей ползучий (27,2 стебель/м²), пастушья сумка обыкновенная (16,9 шт./м²), фиалка полевая (15,6 шт./м²), дрема белая (13,3 шт./м²), одуванчик лекарственный (13,0 шт./м²). Выявлена высокая доля двудольных сорняков (62,3 %).

Полученные данные по видовому разнообразию сорных растений в насаждениях земляники садовой и малины летней послужат в дальнейшем для формирования ассортимента потенциально эффективных гербицидов.

Список литературы

1. Валовый сбор фруктов и ягод по категориям хозяйств // Сел. хоз-во Респ. Беларусь : статист. буклет / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2023. – С. 24.
2. Алиев, Т. Г.-Г. Система применения гербицидов в плодово-ягодных насаждениях Центрально-Черноземной зоны / Т. Г.-Г. Алиев // Научно обоснов. технологии хим. метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов РФ / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков ; ВНИИФ. – Голицино : РАСХН-ВНИИФ, 2001. – С. 231–242.
3. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шершев. – Минск : Ураджай, 1987. – 272 с.
4. 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; Наугоград, 2017. – 161 л.
5. Паденов, К. П. Сорные растения в Беларуси / К. П. Паденов, В. Ф. Самерсов // Защита и карантин растений. – 1997. – № 1. – С. 18–19.
6. Методические указания по оценке эффективности гербицидов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений» ; УО «Белорус. гос. технол. ун-т» ; под ред.: Е. А. Якимович, С. В. Сороки. – Минск : Колорград, 2024. – 139 с.
7. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учеб. пособие / М-во сел. хоз-ва РФ, Донской гос. аграр. ун-т ; сост.: И. В. Фетюхин [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 76 с.
8. Основы мониторинга и прогноза развития сорняков [Электронный ресурс] // AgroFlora.ru. – Режим доступа: <https://agroflora.ru/osnovy-monitoringa-i-prognoza-razvitiya-sornyakov/> – Дата доступа 20.05.2024.
9. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – М. : Колос, 1984. – 320 с.
10. Определитель высших растений Беларуси: учеб. пособие / Т. А. Сауткина [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова ; Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича, Белорус. гос. ун-т. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.

Y. N. Pereverzeva, N. A. Dmitryc, V. S. Komardina

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

SPECIES DIVERSITY OF WEEDS IN PLANTINGS OF SUMMER RASPBERRIES AND GARDEN STRAWBERRIES

Annotation. Species diversity of weeds in plantings of summer raspberries and garden strawberries is presented. An assessment of the litter is given, the dominant weeds for plantings of garden strawberries and summer raspberries are described. The high initial number of weeds in the plantings of summer raspberries and garden strawberries requires the development of protective measures for the plantings of summer raspberries and garden strawberries from weeds.

Key words: weeds, species composition, berry crops, summer raspberries, garden strawberries.

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

**ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОМБИНИРОВАННЫХ ГЕРБИЦИДОВ
В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ С
ЦЕЛЮ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЯВЛЕНИЯ
РЕЗИСТЕНТНОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В
БЕЛАРУСИ**

Дата поступления статьи в редакцию: 06.05.2024

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований комбинированных гербицидов на основе дифлюфеникана, флуфенацета, метрибузина, 2-ЭГЭ 2,4-Д-кислоты, йодосульфурон-метил-натрия и тиенкарбазон-метила. Установлено, что применение трехкомпонентных гербицидов, содержащих действующие вещества из различных химических классов, обеспечивает снижение засоренности посевов пшеницы озимой однолетними двудольными сорными растениями (подмаренником цепким, трехреберником непахучим, пастушьей сумкой обыкновенной, видами горца, ясноткой пурпурной и др.) на 86,6–96,3 %, однолетними злаковыми сорными растениями (метлицей обыкновенной) на 90,0–100 %. Сохраненная урожайность составляла 7,1–16,9 ц/га.

Ключевые слова: пшеница озимая, сорные растения, комбинированные гербициды.

Введение. В 70-х годах прошлого века в результате интенсивного и длительного применения (начиная с 1945 г.) в посевах зерновых культур на территории бывшего СССР гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х и их аналогов способствовало распространению резистентных (устойчивых) к ним сорных растений: подмаренника цепкого, ромашки непахучей, фиалки полевой, пикульника обыкновенного, видов горца и др., а также однолетних злаковых сорных растений (метлицы обыкновенной, проса куриного, мятлика однолетнего), которые даже после химпрополки посевов снижают урожайность зерновых на 15 % и более [1, 2].

В странах с интенсивным растениеводством все больше повышается устойчивость (резистентность) некоторых видов сорных растений к гербицидам. Резистентность – это устойчивость различных организмов к тем или иным химическим препаратам. Она может быть естественной, основанной на особенности данного организма, на который не действуют те или иные химические соединения, и приобретенной в результате

отбора устойчивых особей при систематическом использовании одного и того же препарата [3].

Резистентными к гербицидам считают такие популяции сорных растений, которые не реагируют или слабо реагируют на обработку каким-либо препаратом в рекомендуемой норме, многократно до этого использовавшимся. В результате эффективность препарата существенно снижается.

Популяции сорных растений обычно становятся резистентными к гербицидам тогда, когда препараты с одним и тем же действующим веществом применяются на одном и том же участке в течение нескольких последовательных лет (от 4 до 10). Существует мнение, что сорняки мутируют под воздействием действующего вещества гербицида и в результате естественного отбора приобретают признаки, способствующие возникновению резистентности [4, 5].

Бороться с этим явлением можно, применяя препараты, содержащие, по крайней мере, два действующих вещества с разным механизмом и характером действия.

В то же время, проведение защитных мероприятий должно иметь надежное научное обоснование, связанное с выбором правильного гербицида, что невозможно без фитосанитарного мониторинга и учета чувствительности сорняков к действующим веществам препаратов [6].

Распространение устойчивых сорных растений зависит от биологии вида, севооборота, способов обработки почвы, уровня развития химической промышленности и др. В последние годы отмечено интенсивное развитие устойчивости сорных растений к гербицидам новых классов высокоизбирательных химических соединений, в частности производных сульфонилмочевин [7]. Сульфонилмочевины, как гербицидный класс были открыты фирмой «Дюпон» в 70-х годах неожиданно, при разработке медицинских препаратов. После интенсивного изучения уже в 1975 г. первая сульфонилмочевина была передана на регистрацию, а через два года был зарегистрирован хлорсульфурон и первый коммерческий гербицид на его основе под названием глин. Затем последовало стремительное развитие этого класса. На сегодняшний день только патентов насчитывается около 1500 [8].

Наибольшее распространение устойчивых сорных растений зафиксировано в наиболее развитых странах. На территории Польши выявлены устойчивые биотипы ромашки непахучей и мака полевого к трибенурон-метилам [9]. Сорные растения семейства мятликовые составляют 25 % всех видов сорняков, однако дают 40 % устойчивых биотипов [10]. Выявлена резистентность метлицы обыкновенной к сульфонилмочевинным гербицидам, в частности йодосульфуронам [11], а также к действующему веществу флуфенацет [12].

Обследование, проведенное J. Rola [13] свидетельствовало о широком распространении данного сорняка в Польше (было засорено 6 млн га). Последние исследования показали, что в Польше кроме вида *Apera spica-venti* были отмечены виды *A. interrupta* (метлица прерывчатая), *A. intermedia* (метлица промежуточная) и *A. spica-venti* subsp. *Maritima* (метлица приморская), которые различаются размером, цветом и формой метелки [14].

При проведении маршрутных обследований посевов озимых зерновых культур на засоренность перед уборкой урожая в Беларуси отмечено, что в посевах доминируют однолетние двудольные и злаковые сорные растения (подмаренник цепкий, трехреберник непахучий, звездчатка средняя, вероника полевая, фиалка полевая, метлица обыкновенная, просо куриное, мятлик однолетний, виды щетинников и др.). Многие виды, как уже отмечено было по литературным данным, проявляют устойчивость к некоторым действующим веществам гербицидов. С целью предотвращения появления резистентности сорных растений к гербицидам проведены исследования по изучению эффективности комбинированных гербицидов, содержащих действующие вещества из различных химических классов с разным механизмом действия.

Методика исследований. Исследования по изучению эффективности гербицидов проведены в условиях 2019 и 2020 гг. согласно «Методическим указаниям...» [15] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки) в посевах пшеницы озимой сорта Ода, возделываемой по интенсивной технологии. Норма высева 4,5 млн всхожих зерен/га. Почва – дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию из расчета $N_{20} P_{90} K_{90}$ и ранневесеннюю подкормку – N_{70} . Посев проводили в 3-й декаде сентября. Площадь опытной делянки – 20 м². Гербициды вносили весной в фазе кущения озимой пшеницы опрыскивателем «Еуго Pulve».

В мелкоделяночных опытах исследования проводили с гербицидами, действующие вещества которых относятся к различным классам химических соединений (производные мочевины, фениловые эфиры, оксиацетамиды, триазины, феноксигербициды) и обладают разным механизмом действия. В состав гербицидов входили действующие вещества со следующими механизмами действия: ингибиторы фотосинтеза в фотосистеме II (изопротурон, метрибузин), ингибиторы ацетолактатсинтазы (тиенкарбазон-метил, йодосульфурон), ингибирование биосинтеза каратеноидов на этапе фитон десатуразы (дифлюфеникан), ингибирование синтеза синтеза жирных кислот с очень длинной цепью (флуфенацет), синтетические ауksины (2,4–Д).

В опытах были внесены следующие гербициды: Морион, СК (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), Комплит Форте, КС (дифлюфеникан, 233 г/л + флуфенацет, 200 г/л + метрибузин, 83 г/л); Гусар Актив Плюс, МД (2-ЭГЭ 2,4-Д-кислоты, 300 г/л + йодосульфурон-метил-натрий, 10 г/л + тиенкарбазон-метил, 7,5 г/л + мефенпир-диэтил/антидот/, 30 г/л).

Производственный опыт был заложен в ОАО «Щомыслица» Минского района в посевах пшеницы озимой (сорт Фигура). Площадь опытной делянки – 10 га, повторность – 2-х кратная. Прополка посевов проведена гербицидом Гусар Актив Плюс, МД в норме расхода 1,0 л/га в фазе кущения культуры. Эталонем служили посевы, где применяли технологии по защите зерновых культур от вредных объектов, принятые в хозяйстве. На опытных полях в период вегетации пшеницы озимой проводился мониторинг фитосанитарной ситуации с использованием методов учета и наблюдений, принятых в защите растений. Гербициды внесены методом сплошного опрыскивания тракторным опрыскивателем «Зубр». Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

До применения гербицидов проведен количественный учет засоренности с целью определения видового состава сорных растений и их численности, через месяц после внесения гербицидов – количественно-весовой учет засоренности. Уборка урожая проведена прямым комбайнированием поделяночно комбайном «HALDRUP C-85». Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа [16].

Результаты исследований. В условиях 2019 г. до внесения гербицидов в посевах пшеницы озимой весной в фазе кущения культуры доминировали: трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.). В агроценозе культуры произрастали единичные растения видов горца – вьюнкового (*Polygonum convolvulus* L.) и птичьего (*Polygonum aviculare* L.), звездчатки средней (*Stellaria media* (L.) Vill. s. l.), мари белой (*Chenopodium album* L.), вероники полевой (*Veronica arvensis* L.) и др. Общая численность сорных растений по вариантам составляла 165,4–226,0 шт./м².

При применении гербицидов сорные растения были разновозрастными и находились в следующих стадиях развития: трехреберник непахучий, пастушья сумка обыкновенная, ярутка полевая, виды горцев, фиалка полевая – развитие листьев (ВВСН 12–18), подмаренник цепкий – образование боковых побегов (ВВСН 20–24), метлица обыкновенная – кущение (ВВСН 23–25) [17].

Внесение гербицидов Комплит Форте, КС и Гусар Актив Плюс, МД снизило численность подмаренника цепкого, трехреберника непашучего, пастушьей сумки обыкновенной на 86,1–100 %, вегетативную массу – на 86,2–100 % (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицидов при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», учет 21 мая 2019 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки (в числителе – численность сорных растений, в знаменателе – их масса)						Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	фиалки полевой	подмаренника цепкого	трехреберника непашучего	пастушьей сумки обыкновенной	всех однолетних двудольных (без учета фиалки полевой)	метеллицы обыкновенной		
Контроль без прополки*	$\frac{77,3}{160,3}$	$\frac{23,3}{82,3}$	$\frac{28,7}{215,0}$	$\frac{24,0}{57,3}$	$\frac{116,7}{446,7}$	$\frac{29,3}{140,7}$	52,4	–
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	$\frac{67,3}{75,5}$	$\frac{81,3}{88,3}$	$\frac{90,6}{97,5}$	$\frac{69,6}{81,3}$	$\frac{88,0}{90,1}$	$\frac{89,3}{86,3}$	60,5	8,1
Комплит Форте, КС – 0,4 л/га	$\frac{54,3}{80,5}$	$\frac{94,4}{96,7}$	$\frac{87,1}{88,4}$	$\frac{86,3}{86,2}$	$\frac{88,6}{92,2}$	100	59,5	7,1
Комплит Форте, КС – 0,6 л/га	$\frac{55,1}{83,6}$	$\frac{94,4}{98,4}$	$\frac{86,1}{92,4}$	$\frac{95,8}{86,9}$	$\frac{92,5}{95,8}$	100	62,4	10,0
Гусар Актив Плюс, МД – 1,0 л/га	$\frac{81,0}{87,7}$	$\frac{97,0}{97,6}$	$\frac{97,6}{99,7}$	100	$\frac{96,0}{96,3}$	100	63,7	11,3
НСР ₀₅								2,8

Примечание: * в контроле без прополки численность – шт./м², масса сорных растений – г/м².

Эффективность гербицида Морион, СК против данных видов была несколько ниже и находилась на уровне 69,6–90,6 % по численности и 81,3–97,5 % – по массе.

Засоренность посевов фиалкой полевой уменьшалась на 54,3–81,0 % по численности и на 75,5–87,7 % – по массе, наибольшая чувствительность сорного растения отмечена к гербициду Гусар Актив Плюс, МД. Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой) в варианте с применением гербицида Комплит Форте, КС

составляла 88,6–92,5 %, их вегетативная масса уменьшалась на 92,2–95,8 %, в варианте с гербицидом Гусар Актив Плюс, МД – на 96,0 % и 96,3 %, в эталонном – на 88,0 % и 90,1 % соответственно.

Под действием гербицидов Комплит Форте, КС и Гусар Актив Плюс, МД полностью (100 %) погибала метлица обыкновенная, эффективность гербицида Морион, СК составляла 89,3 % по численности и 86,3 % – по массе.

Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибали виды горца, марь белая, отмечено недостаточное действие гербицидов на веронику полевую.

В условиях 2020 г. весной до внесения гербицидов в посевах пшеницы озимой доминировали такие сорные растения, как трехреберник непахучий, фиалка полевая, подмаренник цепкий, пастушья сумка обыкновенная, яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.), падалица рапса (*Brassica napus* spp. *oleifera* Metzg), звездчатка средняя, вероника полевая, незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), метлица обыкновенная и др., общая численность которых составляла 203,0–242,0 шт./м².

До внесения гербицидов сорные растения находились в следующих стадиях развития: трехреберник непахучий, фиалка полевая, василек синий – развитие листьев (ВВСН 13–19), подмаренник цепкий – образование боковых побегов (ВВСН 22–26), пастушья сумка обыкновенная, яснотка пурпурная, звездчатка средняя, падалица рапса – бутонизация (ВВСН 51–55), метлица обыкновенная – кущение (ВВСН 23–25) [16].

Наиболее высокую биологическую эффективность (93,2–96,2 %) против однолетних двудольных сорных растений показал гербицид Гусар Актив Плюс, МД. В посеве полностью (100 %) погибали пастушья сумка обыкновенная, яснотка пурпурная, падалица рапса, василек синий. Численность подмаренника цепкого и трехреберника непахучего снижалась на 91,9–95,5 %, их вегетативная масса уменьшалась на 93,2–99,1 %.

Эффективность гербицида Комплит Форте, КС была на уровне эталонного варианта и составляла по численности однолетних двудольных сорных растений – 86,6 %, по вегетативной массе – 89,2 %. Засоренность посевов подмаренником цепким и трехреберником непахучим снижалась на 87,0 % и 54,5 % – по численности и на 87,7 % и 86,0 % – по массе. Гибель яснотки пурпурной, падалицы рапса, василька синего составляла 83,3–89,2 %, их вегетативная масса снижалась на 84,6–94,1 %. Пастушья сумка погибала полностью (100 %).

Действие гербицидов на отдельные виды сорных растений существенно отличалось. Менее чувствительной была фиалка полевая (численность снижалась на 74,7–81,9 %, масса – на 75,7–84,2 %) (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность гербицидов при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», учет 22 мая 2020 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки (в числителе – численность сорных растений, в знаменателе – их масса)								Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	фиалки полевой	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	яснотки пурпурной	падалыцы раиса	василька синего	всех однолетних двулетних (без учета фиалки полевой)	метлицы обыкновенной		
Контроль без прополки*	<u>81,0</u> 162,0	<u>44,0</u> 309,0	<u>22,0</u> 212,5	<u>19,0</u> 118,0	<u>19,0</u> 188,0	<u>6,0</u> 184,0	<u>212,0</u> 1468,5	<u>10,0</u> 137,5	79,9	-
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	<u>74,7</u> 75,7	<u>74,2</u> 75,7	<u>76,6</u> 85,5	<u>87,2</u> 94,1	<u>89,2</u> 94,1	<u>83,3</u> 78,0	<u>79,3</u> 85,5	<u>88,0</u> 89,2	87,5	7,6
Комплит Форте, КС – 0,6 л/га	<u>77,0</u> 78,7	<u>87,0</u> 87,7	<u>54,5</u> 86,0	<u>84,2</u> 94,1	<u>89,5</u> 90,5	<u>83,3</u> 84,6	<u>86,6</u> 89,2	<u>90,0</u> 91,2	90,3	10,4
Гусар Актив Плюс, МД – 1,0 л/га	<u>81,9</u> 84,2	<u>91,9</u> 93,2	<u>95,5</u> 99,1	100	100	100	<u>93,2</u> 96,2	100	96,8	16,9
НСР ₀₅										4,3

Примечание: * в контроле без прополки численность – шт./м², масса сорных растений – г/м².

Высокая эффективность препаратов (90,0–100 %) отмечена по отношению к метлице обыкновенной.

В годы проведения исследований в мелкочаговых опытах в вариантах с применением гербицида Комплит Форте, КС величина сохраненной урожайности составляла 7,1–10,4 ц/га, в варианте с применением гербицида Гусар Актив Плюс, МД – 11,3–16,9 ц/га.

В производственном опыте в условиях 2020 г. в посевах пшеницы озимой численность сорных растений до внесения гербицидов составляла 79,5 шт./м². Доминировали: фиалка полевая, пастушья сумка обыкновенная, торица полевая, осот полевой, метлица обыкновенная и др. сорные растения.

При количественно-весовом учете в контроле без прополки численность сорных растений составляла 100,0 шт./м², вегетативная масса – 616,8 г/м². При применении гербицида Гусар Актив Плюс, МД полностью (100 %) погибли трехреберник непахучий, подмаренник

цепкий, незабудка полевая, ярутка полевая. На 90,9 % и 97,2 % уменьшалась численность фиалки полевой и пастушьей сумки обыкновенной при снижении их вегетативной массы на 91,8 % и 95,7 % соответственно. Гибель метлицы обыкновенной составляла 93,3 % по численности и 91,5 % – по массе. Биологическая эффективность по численности сорной растительности составляла 90,5 %, по их массе – 89,0 %.

В производственном опыте в варианте с применением новой технологии урожай зерна пшеницы озимой составлял 77,1 ц/га, величина сохраненной урожайности – 13,5 ц/га.

Выводы. Анализ эффективности гербицидов Комплит Форте, КС и Гусар Актив Плюс, МД показал, что применение данных препаратов весной в фазе кущения пшеницы озимой эффективно (более 85,0 %) подавляет однолетние двудольные (подмаренник цепкий, пастушью сумку обыкновенную, яснотку пурпурную, виды горца) и однолетние злаковые (метлица обыкновенная) сорные растения. Величина сохраненной урожайности в вариантах с применением гербицида Комплит Форте, КС составляла 7,1–10,4 ц/га, с применением гербицида Гусар Актив Плюс, МД – 11,3–16,9 ц/га.

Применение гербицидов, содержащих действующие вещества из разных химических классов и с различным механизмом действия согласно видовому составу сорных растений в течение вегетационного сезона и их чередование за ротацию севооборота способствует предотвращению появления резистентности или существенно замедляет процесс ее формирования.

Список литературы

1. Берзиня, Г. Я. Гербициды на посевах озимой пшеницы / Г. Я. Берзиня // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии: тез. докл. науч.-произв. конф. / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; науч. ред. и сост. М. Я. Мичене. – Рига, 1983. – Ч. 3. – С. 9–11.
2. Сорока, С. В. Научное обоснование интегрированной системы применения гербицидов при возделывании озимых зерновых в Беларуси : дис...докт. с.-х. наук : 06.01.07 / С. В. Сорока. – Жодино, 2020. – 392 с.
3. Глоссарий: основные термины и определения в сельскохозяйственной гербологии и земледелии / Ф. И. Привалов [и др.]; под ред. Ю. Я. Спиридонова; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Промкомплекс, 2020. – 68 с.
4. Ланский, М. Чтобы сорняки не привыкали к гербицидам / М. Ланский // Белорус. сел. хоз-во. – 2014. – № 9 (149). – С. 80–81.
5. Кендат, Э. Резистентность сорняков к гербицидам / Э. Кендат, Ф. Фишел, М. Де Фелис // Агро XXI. – 1998. – № 1. – С. 16–17.
6. Владыкин, О. Эффективность гербицидов из класса сульфонилмочевин на яровой пшенице [Электронный ресурс] / О. Владыкин // Молодой ученый. – 2018. – № 4. – С. 93–95. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/190/48068/>. – Дата доступа: 28.02.2019.
7. Захаренко, В. А. Проблемы резистентности вредных организмов к пестицидам – мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестн. защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 3–17.

8. Спиридонов, Ю. Я. Сульфонилмочевины. 20 лет назад об этом не мечтали / Ю. Я. Спиридонов // Поле Августа. – 2003. – № 2. – С. 4–5.
9. Adamczewski, K. Biotypes of scentless chamomile *Matricaria maritima* (L.) ssp. *inodora* (L.) Dostal and common poppy *Papaver rhoeas* (L.) resistant to tribenirron methyl in Poland / K. Adamczewski, R. Kierzek, K. Matysiak // J. of Plant Protection Research. – 2014. – Vol. 54, № 4. – P. 405–406.
10. Сухорученко, Г. И. Резистентность вредных организмов к пестицидам / Г. И. Сухорученко // Защита и карантин растений. – 2006. – № 3. – С. 78–79.
11. Resistance to three frequently used sulfonylurea herbicides in populations of *Apera spica-venti* from the Czech Republic / K. Hamouzova [et al.] // Weed Research. – 2011. – Vol. 51, № 2. – P. 113–122.
12. Обнаружение механизма усиленного метаболизма в стойких к флюофенацету сорняках / Р. Дуцкер [и др.] // Юлиус-Кюн-Архив. – 2016. – № 452. – С. 35–41.
13. Rola, H. Influence of wind-grass (*Apera spica-venti* L. (P.B.) on the yields of winter rye / H. Rola // Pamientnik Pulawski : prace IUNG. – Warszawa, 1985. – S. 121–132.
14. Adamczewski, K. Zmiennosc biologiczna APERA species I jej wzrazliwosc na herbicydy / K. Adamczewski, K. Matysiak // Progress in Plant Protection. – 2007. – Vol. 47, № 3. – P. 341–349.
15. 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.
16. 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.
17. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных сорных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.

S. V. Soroka, L. I. Soroka, A. S. Pestereva

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

STUDY OF THE EFFICIENCY OF COMBINED HERBICIDES IN WINTER WHEAT CROPS TO PREVENT THE EMERGENCE OF WEED RESISTANCE IN BELARUS

Annotation. The paper presents the results of the research on combined herbicides based on diflufenican, flufenacet, metribuzin, 2-EGE 2,4-D-acid, iodosulfuron-methyl-sodium and thiencazone-methyl. It's established that the use of three-component herbicides containing active ingredients from different chemical classes ensures the reduction in winter wheat infestation with annual dicotyledonous weeds (catchweed bedstraw, wild camomile, shepherd's purse, knotweed species, purple deadnettle, etc.) by 86.6–96.3 % and annual cereal weeds (wind grass) by 90.0–100 %. The saved yield is 7.1–16.9 c/ha.

Key words: winter wheat, weeds, combined herbicides.

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА РАССЕЛ 100, КС В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ И ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 06.05.2024

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

Аннотация. Изучена биологическая и хозяйственная эффективность гербицида на основе флорасулама в посевах кукурузы и пшеницы озимой. Установлено, что внесение гербицида Рассел 100, КС снизило засоренность культур трехреберником непахучим, падалицей рапса, звездчаткой средней, пастушьей сумкой, васильком синем, яруткой полевой на 100 %, видами горца, подмаренником цепким – на 83,3–100 %. В посевах кукурузы эффективность гербицида против однолетних двудольных сорных растений (без учета мари белой) составила 86,2–98,7 %. В посевах пшеницы озимой численность двудольных сорных растений снизилась на – 86,9–94,0 %, в том числе малолетних – на 88,0–94,9 %, многолетних – на 72,2–83,3 %. Снижение засоренности посевов способствовало сохранению урожая зерна кукурузы 49,8–52,4 ц/га, пшеницы озимой – 5,4–6,8 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, пшеница озимая, сорные растения, гербицид, эффективность.

Введение. Интенсификация сельскохозяйственного производства создает благоприятные условия для внедрения научно обоснованного комплекса мероприятий, направленных на рациональное использование химических, биологических и других средств защиты растений [1].

Основой формирования необходимого ассортимента высокоэффективных гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур служат данные по видовому и количественному составу сорных растений. Многолетние данные засоренности посевов позволяют установить тенденцию ее изменения и разработать тактику борьбы с сорняками [2].

Посевы озимых зерновых культур до прополки в Беларуси засорены в средней, сильной и очень сильной степени. В агроценозах культур встречается более 100 видов сорных растений из 29 ботанических семейств, 43,6 % из которых составляют двудольные малолетние, 28,8 – однодольные многолетние, 16,2 – однодольные однолетние и 10,9 % – двудольные многолетние сорные растения [3].

В посевах кукурузы после проведения защитных мероприятий произрастает 55 видов сорных растений, относящихся к 19 ботаническим семействам [4], доминируют двудольные сорные растения (67,4 % при возделывании в монокультуре и 56,2 % – в севообороте). Сорные

растения ухудшают водный, пищевой и световой режимы посевов, в результате чего снижение урожайности зерна кукурузы составляет на слабозасоренных полях 5–10 %, на среднезасоренных – 15–20 %, а на сильнозасоренных полях снижение возрастает в 1,5–2 раза и более [5].

Для защиты посевов пшеницы озимой и кукурузы в «Государственном реестре...» зарегистрировано свыше 100 гербицидов на основе более чем 30 действующих веществ [6]. Проведение защитных мероприятий основывается на оценке порога вредоносности и подборе гербицида, который должен соответствовать флористическому составу сорных растений.

В связи с тем, что в посевах кукурузы и пшеницы озимой преобладают однолетние двудольные сорные растения, целью наших исследований было изучение биологической и хозяйственной эффективности гербицида Рассел 100, КС, производства ООО «Иннвиго», Польша, в состав которого входит д.в. флорасулам, которое характеризуется широким спектром действия в отношении видов двудольных сорных растений, в том числе против подмаренника цепкого, видов крестоцветных, ромашки, осота, бодяка и др. [7].

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2020–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах кукурузы и пшеницы озимой в соответствии с «Методическими указаниями...» [8]. Агротехника возделывания культур общепринятая для Центральной зоны Республики Беларусь. Норма высева кукурузы – 100 тысяч всхожих зерен/га, ширина междурядий – 70 см. В 2020 гг. высевали гибрид кукурузы Роналдиньо, в 2021 г. – Родригес. Площадь опытной делянки – 20 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированные блоки. Норма высева пшеницы озимой сорта Элегия – 4,5 млн семян на гектар. Площадь опытной делянки – 18 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем «Jacto» с нормой расхода рабочего раствора – 200–250 л/га. В посевах кукурузы гербициды применяли в фазу 1–3 и 4–6 листьев культуры, пшеницы озимой – осенью в фазу кущения культуры.

До внесения гербицидов проводили количественный учет засоренности для оценки численности и видового состава сорных растений в посевах культур. С целью определения эффективности гербицидов в посевах кукурузы через месяц и 2 месяца после обработки, в посевах пшеницы озимой через месяц и через два после возобновления весенней вегетации – количественно-весовой учет засоренности. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [9].

Результаты исследований и их обсуждение. В посевах кукурузы в годы проведения исследований флористический состав сорных растений до прополки отличался не значительно и был представлен следующими видами: марь белая (*Chenopodium album* L.), горец вьюнковый

(*Polygonum convolvulus* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill. s. l.), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), горец шероховатый (*Persicaria scabra* (Moench) Mold.), падалица рапса (*Brassica napus* ssp. *oleifera* Metzg.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ярутка полевая (*Cerastium arvense* L.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.). Следует отметить, что марь белая показала относительную устойчивость к изучаемому препарату как в фазе 1–3 листьев кукурузы, так и в фазе 4–6 листьев культуры, вследствие чего суммарную эффективность гербицида Рассел 100, КС против однолетних двудольных сорных растений оценивали без учета данного сорняка.

В 2020 г. через месяц после внесения гербицида Рассел 100, КС в фазе 1–3 листьев кукурузы гибель однолетних двудольных сорных растений составила 86,5–90,0 %, их масса снизилась на 95,9–98,5 %. Вегетативная масса фиалки полевой уменьшилась на 93,3–95,0 %, пикульника обыкновенного – на 88,8–98,0 %, подмаренника цепкого – на 96,0–100 %. Гибель горца вьюнкового составила 83,3–85,1 %, снижение массы – 93,0–96,7 %, горца шероховатого – 92,3–100 % и 98,9–100 %, соответственно (таблица 1).

Биологическая эффективность данного гербицида в смеси с адьювантом Ассистент+ отличалась незначительно и составила через месяц после внесения 86,2–93,8 % по численности и 97,4–98,7 % по массе. Под действием гербицидов полностью (100 %) погибли пастушья сумка обыкновенная, звездчатка средняя, незабудка полевая, ярутка полевая, василек синий, трехреберник непахучий.

Отмечено снижение эффективности гербицида в чистом виде и с добавлением адьюванта Ассистент+ в фазе 4–6 листьев культуры, по сравнению с внесением в фазе 1–3 листа. Так, гибель однолетних двудольных сорных растений в фазе 4–6 листьев культуры составила 84,7–88,0 %, их масса снизилась на 85,7–90,6 %, что говорит о различной чувствительности сорных растений к препарату на разных стадиях их развития. Некоторые сорные растения (горец вьюнковый, горец шероховатый, пикульник обыкновенный, трехреберник непахучий, звездчатка средняя, фиалка полевая и падалица рапса) уже переросли уязвимую фазу, поэтому эффективность гербицида против них несколько снизилась по сравнению с первой обработкой. Эффективность против горца вьюнкового составила 85,5–89,1 % по численности и 80,5–86,5 % – по массе, горца шероховатого – 55,0–80,0 и 84,0–94,7 % соответственно. Вегетативная масса трехреберника непахучего уменьшилась на 95,3–97,4 %, звездчатки средней – на 94,3–98,6 %, подмаренника цепкого – на 88,9–100 %, василька синего – на 32,9–100 %, падалицы рапса – на 89,6–97,4 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Рассел 100, КС в посевах кукурузы через месяц после применения (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант		Снижение численности сорняков, % к контролю без прополки массы									
		мари белой	горца вьюнкового	пикульника обыкновенного	трехреберника непахучего	горца шероховатого	звездчатки средней	фиалки полевой	падалицы рапса	подмаренника цепкого	всех однолетних двудольных
Применение гербицидов в фазе 1–3 листьев культуры (учет 26.06.2020 г.)											
Контроль без прополки	шт./м ² г/м ²	275 857	114 272	34 152	10 41	13 47	25 31	26 30	12 189	12 189	289 972
Прима, СЭ – 0,6 л/га (эталон)		90,2 96,3	74,6 87,5	5,9 53,3	90,0 98,8	92,3 93,6	100	92,3 95,0	100	33,3 48,0	73,0 87,0
Рассел 100, КС – 0,04 л/га		60,7 43,4	85,1 93,0	55,9 88,8	100	92,3 98,9	100	84,6 93,3	100	83,3 96,0	86,5 95,9
Рассел 100, КС + адъювант Ассистент+ – 0,04 + 0,1 л/га		68,8 50,4	84,2 98,5	64,7 90,8	100	100	100	84,6 91,7	100	100	86,2 97,4
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		69,8 58,0	83,3 96,7	82,4 98,0	100	100	100	92,3 95,0	100	100	90,0 98,5
Рассел 100, КС + адъювант Ассистент+ – 0,05 + 0,1 л/га		63,2 50,6	92,1 97,8	82,4 96,4	100	100	100	92,3 96,7	100	100	93,8 98,7
Применение гербицидов в фазе 4–6 листьев культуры (учет 09.07.2020 г.)											
Контроль без прополки	шт./м ² г/м ²	244 1107	110 318	41 179	14 191	20 206	27 70	27 42	11 546	14 45	366 2000
Прима, СЭ – 0,6 л/га (эталон)		97,1 96,0	86,4 74,5	65,9 32,4	78,6 90,1	70,0 88,8	88,9 90,0	40,7 54,8	100	85,7 91,1	82,5 84,3
Рассел 100, КС – 0,04 л/га		69,3 42,8	85,5 80,5	73,2 61,5	92,9 97,4	55,0 84,0	96,3 98,6	70,4 71,4	63,6 89,6	100	85,8 85,7
Рассел 100, КС + адъювант Ассистент+ – 0,04 + 0,1 л/га		70,1 36,0	85,5 81,8	68,3 54,2	85,7 95,8	80,0 89,8	96,3 95,7	81,5 83,3	81,8 94,7	100	86,9 90,0
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		72,5 48,6	86,4 83,3	73,2 69,3	92,9 95,3	80,0 94,7	96,3 94,3	74,1 78,6	63,6 91,8	100	88,0 90,6
Рассел 100, КС + адъювант Ассистент+ – 0,05 + 0,1 л/га		64,8 36,1	89,1 86,5	63,4 66,5	78,6 95,8	75,0 94,7	96,3 97,1	59,3 57,1	54,5 91,4	92,9 88,9	84,7 89,8

Разница в восприимчивости сорных растений к гербициду в разные сроки обработки была наиболее заметна у пикульника обыкновенного и фиалки полевой. В фазе 4–6 листьев культуры гибель пикульника

обыкновенного составила 63,4–73,2 %, снижение массы – 54,2–69,3 %, фиалки полевой – 59,3–81,5 % и 57,1–83,3 % соответственно.

Во всех вариантах опыта с применением гербицидов полностью погибли (100 %) пастушья сумка обыкновенная, незабудка полевая и ярутка полевая.

Учет засоренности через два месяца после применения гербицидов в посевах кукурузы показал, что биологическая эффективность гербицида Рассел 100, КС осталась на том же уровне, что и при первом учете. Гибель однолетних двудольных сорных растений в вариантах с внесением Рассел 100, КС в фазе 1–3 листьев культуры составила 84,9–94,5 %, в фазе 4–6 листьев – 84,5–90,3 %. При применении Рассел 100, КС в смеси с адьювантом Ассистент+ численность однолетних двудольных сорняков уменьшилась на 87,0–95,0 % при обработке в фазе 1–3 листьев культуры, на 87,0–89,5 % – при обработке в фазе 4–6 листьев культуры.

В условиях 2021 года эффективность гербицида Рассел 100, КС осталась на высоком уровне: в фазе 1–3 листьев культуры гибель однолетних двудольных сорных растений составила 88,6–95,2 %, их масса снизилась на 93,8–95,2 %; в фазе 4–6 листьев культуры – на 85,2 % и 88,4–89,4 % соответственно. Аналогичные результаты были получены и при применении гербицида в смеси с адьювантом Ассистент+ (таблица 2).

В посевах пшеницы озимой осенью 2020 г. исходная засоренность до проведения обработки была достаточно высокой и варьировала от 78,0 до 108,5 шт./м². Численность всех однолетних двудольных сорных растений по вариантам опыта составила 74,0–104,5 шт./м², многолетних – 3,0–4,0 шт./м². Доминирующими видами в сорном ценозе были горец вьюнковый, звездчатка средняя, марь белая, падалица рапса, пастушья сумка обыкновенная, подмаренник цепкий, трехреберник непахучий, фиалка полевая, бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот полевой.

Через месяц после возобновления весенней вегетации культуры численность однолетних двудольных сорных растений в вариантах с внесением гербицида Рассел 100, КС снизилась на 76,2–80,0 %, вегетативная масса – на 93,5–95,9 %. Гибель падалицы рапса составила 90,0 % при снижении вегетативной массы на 96,4 %. Численность подмаренника цепкого уменьшилась на 87,5–100 %, вегетативная масса – на 85,0–100 %. В эталонном варианте падалица рапса погибла полностью (100 %), численность подмаренника цепкого снизилась на 87,5 %, его вегетативная масса – на 90,0 %. Под действием гербицида Рассел 100, КС фиалка полевая погибла на 32,4–41,2 %, ее вегетативная масса снизилась на 76,1–86,6 %, в варианте с применением гербицида Балерина, СЭ эффективность была на таком же уровне. Во всех вариантах опыта полностью погибли звездчатка средняя, пастушья сумка обыкновенная, трехреберник непахучий (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида Рассел 100, КС в посевах кукурузы через месяц после применения (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант		Снижение <u>численности сорняков</u> , % к контролю без прополки массы									
		мари белой	горца вьюнкового	пыкульника обыкновенного	трехреберника непахучего	горца шероховатого	звездчатки средней	фиалки полевой	настурьей сумки обыкновенной	подмаренника цепкого	всех однолетних двудольных
Применение гербицидов в фазе 1–3 листьев культуры (учет 26.06.2021 г.)											
Контроль без прополки	шт./м ² г/м ²	<u>105</u> 309	<u>29</u> 209	<u>5</u> 15	<u>48</u> 144	17 56	27 78	45 45	75 181	11 40	501 1376
Прима, СЭ – 0,6 л/га (эталон)		<u>97,1</u> 96,8	<u>89,7</u> 95,2	100	<u>97,9</u> 98,6	<u>88,2</u> 94,6	100	<u>62,2</u> 80,0	<u>98,7</u> 98,9	100	<u>84,2</u> 91,4
Рассел 100, КС – 0,04 л/га		<u>76,2</u> 75,7	<u>82,8</u> 93,8	100	100	<u>94,1</u> 98,2	100	<u>77,8</u> 86,7	100	100	<u>88,6</u> 93,8
Рассел 100, КС + адьювант Ассистент+ – 0,04 + 0,1 л/га		<u>68,6</u> 76,7	<u>86,2</u> 95,2	100	100	<u>94,1</u> 96,4	100	<u>68,9</u> 86,7	100	100	<u>89,4</u> 93,3
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		<u>56,2</u> 65,7	<u>96,6</u> 99,5	100	<u>97,9</u> 99,3	100	100	<u>77,8</u> 91,1	<u>98,7</u> 99,4	100	<u>95,2</u> 95,2
Рассел 100, КС + адьювант Ассистент+ – 0,05 + 0,1 л/га		<u>72,4</u> 81,2	<u>96,6</u> 99,5	100	<u>97,9</u> 99,3	<u>94,1</u> 98,2	100	<u>84,4</u> 88,9	100	100	<u>94,5</u> 94,5
Применение гербицидов в фазе 4–6 листьев культуры (учет 09.07.2021 г.)											
Контроль без прополки	шт./м ² г/м ²	<u>156</u> 1185	<u>35</u> 400	<u>22</u> 172	<u>21</u> 180	<u>16</u> 113	<u>19</u> 100	<u>53</u> 135	<u>37</u> 207	<u>9</u> 35	<u>452</u> 2411
Прима, СЭ – 0,6 л/га (эталон)		<u>97,4</u> 93,6	<u>82,9</u> 68,0	<u>90,9</u> 86,6	<u>76,2</u> 64,4	100	100	<u>32,1</u> 50,4	100	100	<u>85,0</u> 83,3
Рассел 100, КС – 0,04 л/га		<u>75,6</u> 62,4	<u>85,7</u> 83,8	<u>90,9</u> 85,5	<u>90,5</u> 91,7	100	100	<u>41,5</u> 59,3	<u>97,3</u> 98,1	<u>88,9</u> 94,3	<u>85,2</u> 88,4
Рассел 100, КС + адьювант Ассистент+ – 0,04 + 0,1 л/га		<u>78,2</u> 68,9	<u>88,6</u> 91,0	<u>95,5</u> 91,3	<u>95,2</u> 95,0	93,8 92,0	100	<u>30,2</u> 52,6	<u>97,3</u> 99,0	100	<u>85,2</u> 88,6
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		<u>71,8</u> 64,1	<u>88,6</u> 88,0	<u>90,9</u> 87,2	<u>95,2</u> 95,6	100	100	<u>35,8</u> 57,8	100	100	<u>85,2</u> 89,4
Рассел 100, КС + адьювант Ассистент+ – 0,05 + 0,1 л/га		<u>75,6</u> 65,7	<u>91,4</u> 94,5	<u>95,5</u> 93,0	<u>95,2</u> 96,7	100	100	28,3 49,6	100	100	85,6 91,7

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Рассел 100, КС при осеннем внесении через месяц после возобновления весенней вегетации культуры в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 04.05.2021 г.)

Вариант		Снижение численности сорняков, % к контролю без прополки массы									
		падалицы рапса	наступшей сумки обыкновенной	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	бодяка полевого	осота полевого	всех многолетних двудольных	всех
Контроль без прополки	$\frac{\text{шт./М}^2}{\text{г/М}^2}$	10,0	16,0	12,0	2,0	34,0	82,5	2,5	3,5	6,0	88,5
		40,0	14,3	15,6	8,5	16,8	116,9	8,5	5,5	14,0	130,9
Балерина, СЭ – 0,5 л/га (эталон)		100	100	87,5 90,0	100	35,3 76,1	78,1 93,4	80,0 85,3	85,7 86,4	83,3 85,7	78,6 92,6
Рассел 100, КС – 0,03 л/га		90,0 96,4	100	87,5 85,0	100	32,4 76,1	76,2 93,5	74,0 79,4	71,4 72,7	72,5 76,8	75,8 90,5
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		90,0 96,4	100	100	100	41,2 86,6	80,0 95,9	80,0 88,2	78,6 88,2	79,2 88,2	79,9 95,2

На многолетние двудольные сорные растения (осот полевой, бодяк полевой) более эффективное (более 78,6 %) действие оказывало внесение гербицида Рассел 100, КС в норме 0,05 л/га. Общая численность сорных растений под действием гербицидов уменьшилась на 75,8–79,9 %, вегетативная масса – на 90,5–95,2 %.

Через два месяца после возобновления весенней вегетации культуры биологическая эффективность гербицидов осталась на высоком уровне. Так, засоренность посевов культуры двудольными видами сорных растений при применении гербицида Рассел 100, КС снизилась на 86,9–94,0 % по численности и на 93,7–97,7 % – по массе. Под действием гербицида Балерина, СЭ гибель сорных растений составила 90,1 % при снижении вегетативной массы на 96,3 % (таблица 4).

Средняя урожайность кукурузы за двухлетний период исследований в контроле без прополки составила 4,3 ц/га. В вариантах с применением гербицидов были получены достоверные прибавки урожайности культуры: от 38,2 до 60,4 ц/га в зависимости от варианта опыта. Наибольшая величина сохраненного урожая получена в вариантах с гербицидом Прима, СЭ – 53,1–60,4 ц/га и с гербицидом Рассел 100, КС в чистом виде и с адъювантом Ассистент+ в максимальной норме расхода – 49,8–52,4 ц/га. Снижение засоренности посевов пшеницы озимой при осеннем внесении гербицида Рассел 100, КС обеспечило сохранение урожая культуры на 12,4–15,6 % (5,4–6,8 ц/га), гербицида Балерина, СЭ – на 11,9 % (5,2 ц/га).

Таблица 4 – Биологическая эффективность гербицида Рассел 100, КС при осеннем внесении через два месяца после возобновления весенней вегетации культуры в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 27.05.2021 г.)

Вариант		Снижение численности сорняков, % к контролю без прополки массы									
		падалица рапса	пастушьей сумки обыкновенной	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	бодяка полевой	осота полевой	всех многолетних двудольных	всех
Контроль без прополки	шт./м ² г/м ²	9,0 140,4	23,0 250,7	12,5 71,3	4,0 81,6	28,5 68,4	85,0 679,4	2,0 20,0	2,5 38,7	4,5 58,7	89,5 738,1
Балерина, СЭ – 0,5 л/га (эталон)		100	100	100	100	70,3 79,4	90,6 97,2	87,5 88,6	80,0 81,8	83,3 84,8	90,1 96,3
Рассел 100, КС – 0,03 л/га		100	100	100	100	62,2 64,6	88,0 95,1	75,0 81,8	70,0 71,6	72,2 76,2	86,9 93,7
Рассел 100, КС – 0,05 л/га		100	100	100	100	83,8 88,6	94,9 98,4	87,5 88,6	80,0 87,3	83,3 87,9	94,0 97,7

Заключение. Результаты исследований показали высокую биологическую эффективность гербицида Рассел 100, КС (флорасулам, 100 г/л) против однолетних двудольных видов сорных растений, как в посевах кукурузы, так и пшеницы озимой. В агроценозах культур полностью погибли (100 %) трехреберник непахучий, падалица рапса, звездчатка средняя, пастушья сумка, василек синий, ярутка полевая. Численность подмаренника цепкого, видов горца снизилась на 83,3–100 %. Засоренность посевов пшеницы озимой многолетними двудольными видами (осот полевой, бодяк полевой) уменьшилась на 72,5–79,2 % по численности и на 76,8–88,2 % – по массе сорных растений.

На основании проведенных исследований гербицид включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» по следующим регламентам:

- опрыскивание посевов кукурузы в фазу 1–6 листьев культуры против однолетних двудольных сорных растений (кроме мари белой) в норме 40–50 мл/га;

- опрыскивание посевов пшеницы озимой осенью в фазу кушения культуры против однолетних двудольных в норме 30–50 мл/га.

Список литературы

1. Сахненко, В. Наблюдать и защищать / В. Сахненко // Зерно. – 2012. – № 11. – С. 74–76.
2. Сташкевич, А. В. Динамика засоренности посевов кукурузы в Беларуси / А. В. Сташкевич // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 17-21 июня 2013 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Кубанский гос. аграр. ун-т ; отв. ред. М. И. Зазимко. – Краснодар, 2013. – С. 219–221.
3. Сорока, С. В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси : монография / С. В. Сорока ; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2018. – 188 с.
4. Сорные растения и совершенствование химического метода борьбы с ними в посевах кукурузы : монография / А. В. Сташкевич [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2020. – 316 с.
5. Григонько, А. В. Влияние гербицидов на продуктивность кукурузы на обыкновенных черноземах в условиях Ростовской области [Электронный ресурс] / А. В. Григонько, Е. А. Полиенко // «Живые и биокосные системы». – 2018. – № 24. – Режим доступа: <https://jbks.ru/assets/files/content/2018/issue24/article-6.pdf>. – Дата доступа: 01.02.2024.
6. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» ; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
7. Комбинированные гербициды, содержащие флорасулам, на посевах зерновых культур / Е. И. Кириленко [и др.] // Главный агроном. – 2019. – № 11. – С. 17–19.
8. 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.
9. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию : для аграр. спец. с.-х. вузов / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М. : Колос, 1977. – 368 с.

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

EFFICIENCY OF THE HERBICIDE RASSEL 100, SC IN MAIZE AND WINTER WHEAT

Annotation. The biological and economic efficiency of the herbicide based on florasulam in maize and winter wheat was studied. It was established that the application of the herbicide Rassel 100, SC reduced the infestation of the crops with wild camomile, rape drops, blue bottle flower and field pennycress by 100 %, knotweed species and catchweed bedstraw – by 83.3–100. In maize the efficiency of the herbicide against annual dicotyledonous weeds (excluding white goosefoot) was 86.2–98.7 %. In winter wheat the number of dicotyledonous weeds decreased by 86.9–94.0 %, including annual weeds by 88.0–94.9 % and perennial weeds by 72.2–83.3 %. The reduction in weed infestation contributed to maintaining 49.8–52.4 c/ha of the maize yield and 5.4–6.8 c/ha of winter wheat yield.

Key words: maize, winter wheat, weeds, herbicide, efficiency.

А. В. Сташкевич, Н. С. Сташкевич, Л. И. Сорока
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ КУКУРУЗЫ С ПОДСОЛНЕЧНИКОМ И ИХ ЗАЩИТА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 20.03.2024

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

Аннотация: в статье излагаются данные маршрутных обследований о засоренности смешанных посевов кукурузы с подсолнечником. Представлена биологическая и хозяйственная эффективность гербицидов и их баковых смесей в посевах кукурузы с подсолнечником при их внесении в фазе 2–3 листа кукурузы и 2–4 листьев подсолнечника. Отмечена высокая биологическая эффективность и селективность по отношению к кукурузе и подсолнечнику в мелколелячных опытах (Экстракорн, СЭ и баковой смеси Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ), в производственных опытах – гербицида Экстракорн, СЭ и баковой смеси Фронтьер Оптима, КЭ + Стомп Професионал, МКС.

Ключевые слова: кукуруза, подсолнечник, сорные растения, гербицид, баковые смеси гербицидов, эффективность.

Введение. Освоение смешанных посевов в сельском хозяйстве является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, а также процессами оптимизации функционирования агрофитоценозов [1]. Высокопродуктивным является возделывание кукурузы в смеси с подсолнечником [2].

Урожай смешанных посевов кукуруза + подсолнечник можно значительно увеличить, повысив одновременно его качество, если в системе комплексной защиты большое внимание уделять прополкам посевов от сорных растений. Подсолнечник особенно чувствителен к засорению посевов в течение первого месяца после появления всходов из-за сравнительно медленного роста. В этот же период закладываются цветочные бугорки (будущие цветки). Чем выше засоренность в этот промежуток времени, тем меньше образуется цветков, что, естественно, определяет величину будущего урожая [3]. Современные технологии возделывания подсолнечника базируются на использовании сортов и гибридов, адаптированных к климатическим особенностям региона. Без гербицидов высокий потенциал гибридов подсолнечника не реализуется [4].

Борьба с сорной растительностью на подсолнечнике химическим методом ведется, в основном, с использованием почвенных (довсходовых) гербицидов. Однако многолетние корнеотпрысковые сорняки, например, виды осота, с их помощью уничтожить практически невозможно.

Кроме того, высока зависимость биологической эффективности этих препаратов от погодных условий: мало влаги в почве, гербицид слабо проявляет свое действие, укорачивается продолжительность срока защиты, а повторные обработки невозможны [5], так как нет регистрации в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Целью исследований являлось изучение структуры сорных ценозов и эффективности гербицидов, их баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником при послевсходовом внесении.

Для изучения эффективности раннепослевсходового применения гербицидов и баковых смесей, их влияния на урожайность были заложены полевые опыты при возделывании смешанных посевов кукурузы с подсолнечником. В мелкоделяночных опытах применяли следующие гербициды: Экстракорн, СЭ (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л); Базагран, ВР (бентазон, 480 г/л); Ашитака, МД (толпиралат, 100 г/л); Пронит, КЭ (пропизохлор, 720 г/л); Дуал Голд, КЭ (С-метолахлор, 960 г/л); Эстамп, КЭ (пендиметалин, 330 г/л); Фронтьер Оптима, КЭ (диметенамид-П, 720 г/л); Гоал 2Е, КЭ (оксифлуорфен, 240 г/л); Тример, ВДГ (трибенурон-метил, 500 г/кг); Сальса, ВДГ (этаметсульфурон-метил, 750 г/кг), в производственных – Экстракорн, СЭ; Стомп Профессионал, МКС и баковую смесь Стомп Профессионал, МКС + Фронтьер Оптима, КЭ.

Материалы и методы исследований. Маршрутные обследования для изучения засоренности смешанных посевов проводили (2021 г.) перед опрыскиванием посевов и за 2–3 недели до уборки культур согласно общепринятым методикам [6, 8]. Маршрут устанавливался с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенные разности республики. Историю полей, их агротехнические характеристики, перечень мероприятий по уходу за посевами устанавливали путем собеседования с агрономами хозяйств. Видовой состав сорняков, их численность и встречаемость определяли по методике И. И. Либерштейн, А. М. Туликов, 1980 [7]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам – по определителям А. В. Фисюнов, 1984; Н. Протасов, К. Паденов, П. Шерснев, 1987 [9, 10].

Исследования в мелкоделяночных опытах проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, производственная проверка проведена в УКСРП «Совхоз «Доброволец», Кличевского района, Могилевской области в соответствии с «Методическими указаниями...» [11]. Агротехника возделывания кукурузы и подсолнечника общепринятая для Республики Беларусь. Норма высева кукурузы – 90 тысяч всхожих зерен/га, подсолнечника – 50 тысяч всхожих зерен/га. Сев культур проводили в первой декаде мая. Повторность опыта четырехкратная для мелкоделяночных

опытов с площадью учетной делянки 20 м² и двукратная – производственных с площадью 1 га. Расположение делянок последовательное. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Еуго Pulve» и тракторным опрыскивателем согласно схеме опыта. Расход рабочего раствора – 250 л/га.

Гербициды применяли в фазе 2–3 листьев кукурузы и 2–4 листа у подсолнечника, фаза развития малолетних двудольных сорняков – 2–4 настоящих листа, однолетних злаковых – кушание, осота полевого и бодяка полевого – розетка, высота пырея ползучего – 10–15 см. Перед внесением гербицидов проведены количественные учеты засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений. Количественно-весовой учет засоренности проведен через месяц после внесения гербицидов. При учете поделаячно брали по 2 учетных площадки (мелкоделяночные опыты) и по 10 (производственные опыты) по 0,25 м² каждая (0,5×0,5), в которых определяли численность сорных растений по видам и их сырую вегетативную массу. За ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Учет урожая – поделаячно, вручную. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [12].

Результаты исследований и их обсуждение. По данным маршрутных обследований при выращивании кукурузы совместно с подсолнечником засоренность посевов до проведения химпрополок составила 350,3 шт./м². В посевах доминировали однолетние двудольные сорные растения, такие как марь белая (116,2 шт./м²), виды горца (53,1 шт./м²), фиалка полевая (26,0 шт./м²), пастушья сумка (17,7 шт./м²). Злаковый компонент сорной растительности составлял 99,0 шт./м² или 28,3 % от всех сорных растений из которых доминировали просо куриное (66,3 шт./м²) и пырей ползучий (30,3 стеблей/м²). К часто встречающимся, которые распространены на 83,3–100 % обследованных полей, в порядке уменьшения встречаемости можно отнести 6 видов сорняков: горец вьюнковый, фиалка полевая, просо куриное, пырей ползучий, пастушья сумка обыкновенная, дрема белая. Выявлен 31 вид сорных растений, относящихся к 13 ботаническим семействам. Наибольшее число видов принадлежит к следующим семействам: астровые – 8, мятликовые – 4, гвоздичные и гречишные по 3.

После химпрополки засоренность составила 24,6 шт./м², причем 14,1 шт./м² приходилось на долю злаковых сорняков, из которых доминировал пырей ползучий – 12,2 стеблей/м². Численность двудольных сорняков была невысокой: фиалка полевая – 2,5 шт./м², виды горца – 1,8 шт./м², марь белая – 1,1 шт./м², виды осота – 0,4 шт./м². Также встречались марь белая, горец вьюнковый, фиалка полевая и дрема белая. Выявлено 22 вида сорных растений, относящихся к 11 ботаническим семействам.

Высокая биологическая эффективность и селективность по отношению к кукурузе и подсолнечнику отмечена при применении гербицидов Экстракорн, СЭ (95,5 %) и баковой смеси Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ (85,8 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность раннепослевоздогового применения гербицидов и баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником через месяц после обработки (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Марь белая	Просо куриное	Горец выюнок-ко-вый	Пастушья сумка	Ромашка непахучая	Галинсога мелкоцветная	Ярутка полевая	Всех
Без прополки	(шт./М ²) (г/М ²) 191,0 1033,0	37,0 100,0	16,0 128,0	43,0 107,0	4,0 36,0	32,0 64,0	11,0 23,0	352,0 1530,0
Сальса, СП + ПАВ Тренд 90 – 25 г/га + 0,2 л/га	86,4 94,2	41,1 60,0	50,0 17,2	95,3 90,6	100	+62,5* +9,4*	100	47,8 70,5
Экстракорн, СЭ – 3,0 л/га	100	83,9 96,0	100	100	100	100	100	95,5 99,2
Базагран, ВР – 2,0 л/га	100	+71,4* +292,0*	+100* +43,8*	90,6 88,8	100	100	100	67,1 61,2
Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га	79,0 88,4	78,6 88,0	100	34,4 21,3	0 33,3	75,0 93,8	100	71,6 83,0
Гоал 2Е, КЭ – 1,0 л/га	99,0 99,6	67,9 52,0	100	67,2 0,6	50,0 66,7	81,3 93,8	100	81,3 80,9
Дуал Голд, КЭ + Гоал 2Е, КЭ – 1,6 + 1,0 л/га	98,9 99,6	100	87,5 96,9	67,2 51,3	100	100	100	77,3 87,9
Пронит, КЭ – 3,0 л/га	22,4 61,3	78,6 80,0	25,0 71,9	43,8 51,3	100	75,0 56,3	100	36,4 58,2
Тример, ВДГ + Пронит, КЭ – 20 г/га + 3,0 л/га	100	25,0 +4,0*	0 +23,4*	85,9 94,4	100	100	100	79,0 79,7
Ашитака, МД + Пронит, КЭ – 0,4 + 2,0 л/га	100	78,6 92,0	+12,5* +50,0	100	50,0 88,9	100	100	83,0 77,8
Эстамп, КЭ – 4,0 л/га	58,0 62,1	89,3 60,0	+100* +46,9	62,5 62,5	0 11,1	100	100	56,9 52,5
Фронтьер Оптима, КЭ – 1,0 л/га	47,6 59,4	46,4 72,0	0 18,8	0 +267,5*	100	50,0 81,3	100	11,4 37,0
Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,0 + 4,0 л/га	98,4 97,9	100	12,5 15,7	85,9 83,1	50,0 94,4	81,3 87,5	100	85,8 86,8
Сальса, СП + Фронтьер Оптима, КЭ – 25 г/га + 1,0 л/га	78,0 83,4	100	37,5 35,9	81,3 45,6	100	93,8 84,4	100	68,2 66,1

Примечания: в числителе – снижение численности сорных растений, в знаменателе – их массы.
* – увеличение, % к контролю без прополки.

Эффективность достигающую 100 % против доминирующего в посеве сорняка мари белой показали гербициды Экстракорн, СЭ и Базагран, ВР, баковые смеси гербицидов Тример, ВДГ + Пронит, КЭ и Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ.

Вегетативная масса проса куриного снизилась на 96,0–100 % в вариантах с применением гербицида Экстракорн, СЭ, баковых смесей гербицидов Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ и Сальса, СП + Фронтьер Оптима, КЭ. Слабо подавляли просо куриное при послевсходовом применении гербицидов Гоал 2Е, КЭ; Эстамп, КЭ и Фронтьер Оптима, КЭ.

Наращение численности горца вьюнкового отмечено в вариантах с внесением гербицидов Базагран, ВР; Эстамп, КЭ; баковых смесей Тример, ВДГ + Пронит, КЭ и Аштака, МД + Пронит, КЭ. Полная его гибель отмечена в результате проведения прополки гербицидами Экстракорн, СЭ и Дуал Голд, КЭ.

Наибольшая урожайность зеленой массы смеси получена в вариантах с применением гербицида Экстракорн, СЭ – 521,1 ц/га и баковой смеси гербицидов Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 404,6 ц/га.

Хорошие показатели продуктивности подсолнечника (216,0 ц/га) и кукурузы (181,0 ц/га) отмечены на фоне раннепослевсходового внесения гербицида Эстамп, КЭ.

В результате оценки хозяйственной эффективности определено, что подавляющее действие на кукурузу оказал гербицид Гоал 2Е, КЭ и его баковая смесь с Дуал Голд, КЭ. В варианте с внесением гербицида Гоал 2Е, КЭ (1,0 л/га) урожайность зеленой массы кукурузы самая низкая в опыте (100 ц/га) (таблица 2).

Перед применением гербицидов по всходам культур в производственных условиях общая засоренность составляла 162–263 шт./м². Среди видов сорных растений в посевах доминировали мари белая (79–116 шт./м²) и просо куриное (47–102 шт./м²). В меньшем количестве (от 1 до 11 шт./м²) произрастали горец вьюнковый, горец шероховатый и др.

Через месяц после внесения гербицидов биологическая эффективность против однолетних сорных растений по численности составила 66,1–82,2 %, по массе – 74,9–87,0 %. Численность мари белой снижалась на 58,3–87,5 %, масса – 79,3–90,0 %, горца вьюнкового – на 55,0–70,0 %, вегетативная масса на 47,4–78,9 %, фиалки полевой – 78,6–100 % и 83,3–100 % соответственно. Мятак однолетний, горец шероховатый, ярутка полевая погибли полностью (таблица 3).

Максимальная урожайность зеленой массы смешанного посева кукурузы с подсолнечником при внесении в фазе 2–3 листьев кукурузы

(325,6 ц/га) была получена в варианте с внесением гербицида Экстракорн, СЭ. В варианте с применением гербицида Стомп Профессионал, МКС урожайность смеси составила 316,9 ц/га, при применении баковой смеси гербицидов Стомп Профессионал, МКС + Фронтьер Оптима, КЭ – 321,4 ц/га (таблица 4).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность раннепослевсходового применения гербицидов и баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сохраненный урожай, ц/га	
	всего	в т.ч.		кукурузы	подсолнечника
		кукурузы	подсолнечника		
Контроль без прополки	135,1	65,5	69,6	–	–
Сальса, СП + ПАВ Тренд 90 – 25 г/га + 0,2 л/га	233,6	108,6	125,0	43,1	55,4
Экстракорн, СЭ – 3,0 л/га	521,1	316,4	204,7	250,9	135,1
Базагран, ВР – 2,0 л/га	354,4	157,8	196,6	92,3	127,0
Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га	302,4	144,6	157,8	79,1	88,2
Гоал 2Е, КЭ – 1,0 л/га	300,9	100,0	200,9	34,5	131,3
Дуал Голд, КЭ + Гоал 2Е, КЭ – 1,6 + 1,0 л/га	316,9	112,8	204,1	47,3	134,5
Пронит, КЭ – 3,0 л/га	312,5	127,3	185,2	61,8	115,6
Тример, ВДГ + Пронит, КЭ – 20 г/га + 3,0 л/га	373,2	155,9	217,3	90,4	147,7
Ашитака, МД + Пронит, КЭ – 0,4 + 2,0 л/га	266,8	266,8	–	201,3	–
Эстамп, КЭ – 4,0 л/га	397,0	181,0	216,0	115,5	146,4
Фронтьер Оптима, КЭ – 1,0 л/га	296,3	131,5	164,8	66,0	95,2
Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,0 + 4,0 л/га	404,6	200,8	203,8	135,3	134,2
Сальса, СП + Фронтьер Оптима, КЭ – 25 г/га + 1,0 л/га	272,8	116,4	156,4	50,9	86,8
НСР ₀₅		29,0	28,2		

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицидов и баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником через месяц после обработки (производственный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец»» Кличевского района, 2023 г.)

Вариант		Марь белая	Просо куриное	Гореч выюнок	Фиалка полевая	Гореч шероховатый	Ярутка полевая	Всех однолетних
Без прополки	(шт./м ²)	144,0	33,0	13,0	9,0	4,0	11,0	236,0
	(г/м ²)	657,0	79,0	57,0	12,0	11,0	23,0	908,0
Экстракорн, СЭ – 3,0 л/га		87,5 86,9	52,0 77,1	55,0 78,9	78,6 83,3	100	100	82,2 87,0
Стомп Профессионал, МКС – 3,0 л/га		58,3 79,3	88,0 49,2	70,0 57,9	100	100	100	66,1 74,9
Стомп Профессионал, МКС + Фронтьер Оптима, КЭ – 2,0 + 1,0 л/га		84,7 90,0	100	55,0 47,4	100	100	100	82,2 83,4

Примечание: в числителе – снижение численности сорных растений, в знаменателе – их массы.

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность послевсходового внесения гербицидов и баковой смеси смешанных посевов кукурузы с подсолнечником (производственный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец»» Кличевского района, 2023 г.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сохраненная урожайность, ц/га	
	всего	в т.ч.		кукурузы	подсолнечника
		кукурузы	подсолнечника		
Контроль без прополки	86,0	39,1	46,9	–	–
Экстракорн, СЭ – 3,0 л/га	325,6	184,5	141,1	145,4	94,2
Стомп Профессионал, МКС – 3,0 л/га	316,9	185,3	131,6	146,2	84,7
Стомп Профессионал, МКС + Фронтьер Оптима, КЭ – 2,0 + 1,0 л/га	321,4	173,9	147,5	134,8	100,6
НСР ₀₅		22,4	21,7		

Выводы. В смешанных посевах кукурузы с подсолнечником по данным маршрутных обследований до проведения прополок доминируют двудольные сорные растения: марь белая, виды горца, фиалка полевая, пастушья сумка. Злаковый компонент сорной растительности в основном представлен просом куриным (66,3 шт./м²) и пыреем ползучим (30,3 стеблей/м²).

Высокую биологическую эффективность и селективность по отношению к кукурузе и подсолнечнику показало внесение гербицида Экстракорн, СЭ (как в мелкоделяночных, так и в производственных условиях) и баковой смеси гербицидов Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ (в мелкоделяночных) и Стомп Профессионал, МКС + Фронтьер Оптима, КЭ (в производственных).

Максимальная урожайность зеленой массы смеси в мелкоделяночных и производственных опытах получена в варианте с применением гербицида Экстракорн, СЭ.

Список литературы

1. Зотиков, В. И. Смешанные посевы бобовых культур как фактор стабилизации урожая семян вики яровой / В. И. Зотиков, З. И. Глазова, М. В. Титенок // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 77–86.
2. Инновации бизнесу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/128700>. – Дата доступа: 18.02.2012.
3. Хрюкина, Е. И. Эффективность использования гербицидов с БАВ на подсолнечнике / Е. И. Хрюкина, М. М. Наумов / Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем : третий всероссийский съезд по защите растений, С.-Петербург, 16-20 дек. 2013 г. : материалы съезда в 3 т. / М.-во сел. хоз.-ва РФ, Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2013. – Т. II. – С. 261–264.
4. Лихачев, Н. Инновации в технологии выращивания подсолнечника / Н. Лихачев // Главный агроном. – 2010. – № 7. – С. 32–37.
5. Шиленко, Ю. Подсолнечнику – чистое поле! / Ю. Шиленко // Главный агроном. – 2011. – № 1. – С. 33–34.
6. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 16 с.
7. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Акт. вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 54–67.
8. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / сост. А. И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.
9. Протасов, Н. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. Протасов, К. Паденов, П. Шершнев. – Мн.: Ураджай. – 1987. – 272 с.
10. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 255 с.
11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

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

MIXED PLANTINGS OF MAIZE AND SUNFLOWER AND THEIR PROTECTION FROM WEEDS

Annotation. The paper demonstrates the route surveys data on the infestation of maize and sunflower mixed plantings. The biological and economic efficiency of the herbicides and their tank mixtures is presented when applied to maize at the 2-3 leaves stage and to sunflower at the 2-4 leaves stage. A high biological efficiency and selectivity towards maize and sunflower are noted in small-plot experiments (Extracorn, SE and tank mixture Frontier Optima, EC + Estamp, EC), in production experiments - herbicide Extracorn, SE and tank mixture Frontier Optima, EC + Stomp Professional, MCS.

Key words: maize, sunflower, efficiency, weeds, herbicide, tank mixtures of herbicides, efficiency.

Н. С. Сташкевич, А. В. Сташкевич, Л. И. Сорока

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ И ИХ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ДОВСХОДОВОМ ВНЕСЕНИИ В ЗАЩИТЕ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ С ПОДСОЛНЕЧНИКОМ

Дата поступления статьи в редакцию: 20.03.2024

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

Аннотация. В статье излагаются результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности гербицидов: Гезагард, КС; Экстракорн, СЭ; Бриг, КС; Рейсер, КЭ; Пронит, КЭ; Дуал Голд, КЭ; Эстамп, КЭ; Фронтьер Оптима, КЭ и их баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником при довсходовом применении.

Ключевые слова: кукуруза, подсолнечник, сорные растения, гербицид, баковые смеси, эффективность.

Введение. Большой резерв для повышения эффективности полевого кормопроизводства представляют смешанные посевы кукурузы с высокобелковыми культурами. Дефицит белка в кормах и в целом несбалансированность рационов животных по всем элементам питания остается нерешенной проблемой. При этом следует выбирать такие культуры, которые давали бы наибольший выход качественной продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и средств [1]. Повышению конкурентоспособности продукции с силосного поля будет способствовать уплотнение посевов высокобелковыми культурами: кормовыми бобами, подсолнечником, соей и люпином [2, 3].

Высокопродуктивным является возделывание кукурузы в смеси с подсолнечником, норма высева которого составляет 200 тыс. семян/га, обеспечивает 14,66 т сухого вещества, 11980 к.е. и 1,36 т сырого белка с каждого гектара, что в 2,66–2,89 раза выше соответствующих показателей одновидового кукурузного посева [4].

Кукуруза в силу своих биологических особенностей, широкорядного способа посева слабо конкурирует с сорняками, что является причиной значительных потерь урожая зеленой массы и зерна культуры [5]. Сорные растения при естественном засорении снижают урожай зеленой массы кукурузы на 85–90 % [6].

Для подсолнечника важно уничтожить сорняки как в первый период, когда формируются всходы, так и во второй период его вегетации, когда

закладываются генеративные органы. Применение почвенных гербицидов в довсходовый период в сочетании с агротехническими приемами позволяет решить эту проблему. Почвенные гербициды обеспечивают длительную защиту подсолнечника в важнейший для формирования урожая период – первые тридцать дней развития [7]. Классическая технология защиты посевов подсолнечника от сорных растений основывается на применении почвенных гербицидов: Гардо Голд, КС; Дуал Голд, КЭ; Рейсер, КЭ; Экстракорн, СЭ; Эстамп, КЭ; Камелот, СЭ и Акрис, СЭ. При выпадении более 30–40 мм осадков в течении 1–2 суток после внесения почвенного гербицида в максимальных нормах происходило изреживание посевов, что в итоге снизило урожайность на 5 ц/га и более [8].

В связи с этим целью исследований являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности гербицидов и их баковых смесей для защиты смешанных посевов кукурузы с подсолнечником.

Материалы и методы исследований. Исследования в мелкоделяночных опытах проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, производственная проверка проведена в УКСП «Совхоз «Доброволец», Кличевского района, Могилевской области в соответствии с «Методическими указаниями...» [9]. Агротехника возделывания кукурузы и подсолнечника общепринятая для Республики Беларусь. Норма высева кукурузы – 90 тыс. всхожих зерен/га, подсолнечника – 50 тыс. всхожих семян/га. Сев культур проводили в первой декаде мая. Повторность опыта четырехкратная для мелкоделяночных опытов и двукратная – производственных опытах. Площадь учетной делянки 20 м² в мелкоделяночных и 1 га – в производственных. Расположение делянок последовательное. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ранцевым опрыскивателем «Еуго Pulve» и тракторным опрыскивателем согласно схеме опыта. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Для изучения эффективности довсходового применения гербицидов и их влияния на урожайность заложены полевые опыты при возделывании смешанных посевов кукуруза + подсолнечник. В мелкоделяночных опытах применяли следующие гербициды: Гезагارد, КС (прометрин, 500 г/л); Экстракорн, СЭ (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л); Гербисан, СЭ (С-метолахлор, 375 г/л + тербутилазин, 125 г/л + мезотрион, 37,5 г/л); Аденго, КС (тиенкарбазон-метил, 90 г/л + изоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамид /антидот/, 150 г/л); Эгида, СК (мезотрион, 480 г/л); Бриг, КС (прометрин, 500 г/л); Рейсер, КЭ (флуорохлоридон, 250 г/л); Пронит, КЭ (пропизохлор, 720 г/л); Дуал Голд, КЭ (С-метолахлор, 960 г/л); Эстамп, КЭ (пендиметалин, 330 г/л); Фронтьер Оптима, КЭ (диметенамид-П, 720 г/л); в производственных –

Экстракорн, СЭ; Стомп Профессионал, МКС и баковая смесь Дуал Голд, КС + Стомп Профессионал, МКС.

Количественно-весовой учет засоренности проведен через месяц после внесения гербицидов. При учете поделяночно брали по 2 учетных площадки (мелкоделяночные опыты) и по 10 (производственные опыты) по 0,25 м² каждая (0,5×0,5), в которых определяли численность сорных растений по видам и их сырую вегетативную массу. За ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Учет урожая – поделяночно. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Гибель подсолнечника в мелкоделяночных опытах наблюдалась в вариантах с применением гербицидов Гербисан, СЭ; Аденго, КС и баковой смеси Пронит, КЭ + Эгида, СК.

В смешанных посевах кукурузы с подсолнечником эффективность довсходового применения гербицидов и баковых смесей составляла 77,5–99,4 % по численности и 81,3–99,7 % – по массе. Высокую биологическую эффективность и селективность по отношению к кукурузе и подсолнечнику показало довсходовое внесение гербицидов Экстракорн, СЭ и Эстамп, КЭ, баковых смесей Фронтьер Оптима, КЭ + Бриг, КС и Дуал Голд, КЭ + Эстамп, КЭ (данные варианты были выбраны для испытания в производственных условиях). Биологическая эффективность гербицида Экстракорн, СЭ составляла 95,8 % – по численности и 91,1 % – по массе; Эстамп, КЭ – 99,4 и 99,7 %; баковой смеси Фронтьер Оптима, КЭ + Бриг, КС – 98,5 и 99,4 %, Дуал Голд, КЭ + Эстамп, КЭ – 96,9 и 98,4 % соответственно. Несколько ниже отмечена эффективность при применении гербицидов Дуал Голд, КЭ и Фронтьер Оптима, КЭ в чистом виде, численность сорных растений уменьшалась на 87,4–88,7 %, их масса – на 86,3–89,4 %. В варианте с применением гербицида Фронтьер Оптима, КЭ наблюдалось нарастание вегетативной массы ярутки полевой (+ 50 % по отношению к контролю без прополки), при внесении Дуал Голд, КЭ масса ярутки полевой снижалась лишь на 10 % (таблица 1).

Самая высокая урожайность зеленой массы смеси кукурузы с подсолнечником получена при применении гербицидов Экстракорн, СЭ; Эстамп, КЭ и баковой смеси Дуал Голд, КЭ + Эстамп, КЭ. В варианте с применением гербицида Пронит, КЭ в норме 3,0 л/га урожайность зеленой массы смеси кукурузы с подсолнечником составила 412,7 ц/га.

При применении гербицида Рейсер, КЭ урожайность зеленой массы смеси кукурузы с подсолнечником была на уровне урожайности варианта с внесением эталонного гербицида Гезагард, КС – 334,5 и 339,2 ц/га соответственно. В результате внесения баковой смеси Фронтьер Оптима, КЭ + Бриг, КС сохраненный урожай зеленой массы кукурузы составил

100,4 ц/га, подсолнечника – 155,9 ц/га, урожайность смеси кукурузы с подсолнечником – 425,5 ц/га. Хорошие показатели урожайности подсолнечника в варианте с применением Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 237,4 ц/га, урожайность смеси – 392,6 ц/га (таблица 2).

Таблица 1 – Эффективность довсходового применения гербицидов и баковых смесей в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником через месяц после обработки (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант		марь белая	просо кури- ное	горец вьюн- ковый	па- стушья сумка	ро- маш- ка непа- хучая	звезд- чатка сред- няя	ярутка поле- вая	всех сор- ня- ков
Контроль без про- полки	(шт./м ²)	103,0	16,0	7,0	128,0	13,0	4,0	5,0	319,0
	(г/м ²)	113,0	8,0	16,0	110,0	8,0	5,0	7,0	322,0
Гезагард, КС – 4,0 л/га (эталон)		100	100	100	100	100	100	100	<u>96,7</u> 98,5
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>95,8</u> 91,1
Гербисан, СЭ – 4,0 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>98,7</u> 99,4
Аденго, КС – 0,4 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>98,1</u> 98,8
Рейсер, КЭ – 2,0 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>98,1</u> 99,4
Эстамп, КЭ – 5,0 л/га		100	100	100	100	100	100	<u>62,5</u> 85,0	<u>99,4</u> 99,7
Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га		<u>92,9</u> 98,1	100	<u>42,9</u> 87,5	100	100	100	<u>+50,0*</u> 10,0	<u>88,7</u> 86,3
Дуал Голд, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,6 + 4,0 л/га		100	100	100	100	100	100	<u>62,5</u> 85,0	<u>96,9</u> 98,4
Фронтьер Оптима, КЭ – 1,0 л/га		<u>95,0</u> 85,0	100	<u>+14,3*</u> 87,5	100	100	100	<u>+125,0*</u> +50,0*	<u>87,4</u> 89,4
Фронтьер Оптима, КЭ + Бриг, КС – 1,0 + 2,0 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>98,5</u> 99,4
Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,0 + 3,0 л/га		100	100	100	100	100	100	<u>25,0</u> 70,0	<u>95,0</u> 97,5
Пронит, КЭ – 3,0 л/га		<u>80,0</u> 71,0	100	<u>45,0</u> 32,0	100	100	100	100	<u>77,5</u> 81,3
Пронит, КЭ + Эгида, СК – 3,0 + 0,3 л/га		100	100	100	100	100	100	100	<u>97,5</u> 99,7

Примечания: в числителе – снижение численности сорных растений, в знаменателе – их массы.
* – увеличение, % к контролю без прополки

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность довсходового применения гербицидов в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сохраненная урожайность, ц/га	
	всего	в т.ч.		кукурузы	подсолнечника
		кукурузы	подсолнечника		
Контроль без прополки	169,2	88,9	80,3	–	–
Гезагард, КС – 4,0 л/га (эталон)	339,2	182,1	157,1	93,2	76,8
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га	442,6	157,1	285,5	68,2	205,2
Гербисан, СЭ – 4,0 л/га	316,4	316,4	–	227,5	–
Аденго, КС – 0,4 л/га	333,1	333,1	–	244,2	–
Рейсер, КЭ – 2,0 л/га	334,5	144,7	189,8	55,8	109,5
Эстамп, КЭ – 5,0 л/га	433,6	165,3	268,3	76,4	188,0
Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га	354,9	150,9	204,0	62,0	123,7
Дуал Голд, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,6 + 4,0 л/га	441,0	160,0	281,0	71,1	200,7
Фронтьер Оптима, КЭ – 1,0 л/га	348,2	145,0	203,2	56,1	122,9
Фронтьер Оптима, КЭ + Бриг, КС – 1,0 + 2,0 л/га	425,5	189,3	236,2	100,4	155,9
Фронтьер Оптима, КЭ + Эстамп, КЭ – 1,0 + 3,0 л/га	392,6	155,2	237,4	66,3	157,1
Пронит, КЭ – 3,0 л/га	412,7	140,1	272,6	51,2	192,3
Пронит, КЭ + Эгида, СК – 3,0 + 0,3 л/га	206,1	206,1	–	117,2	–
НСР ₀₅		31,8	43,3		

В производственных опытах при довсходовом внесении гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), Стомп Профессионал, МКС (3,0 л/га) и баковой смеси Дуал Голд, КЭ + Стомп Профессионал, МКС (1,6 + 2,0 л/га) численность всех однолетних сорных растений, через месяц после внесения снизилась на 73,4–75,7 %, вегетативная масса – на 84,4–86,5 %. Численность мари белой – на 73,3–80,0 %, масса на 84,3–88,3 %, горца вьюнкового – на 0–42,3 %, вегетативная масса – на 78,2–89,3 %. Пастушья сумка, ромашка непахучая, василек синий погибли полностью (100 %) (таблица 3).

Максимальная урожайность зеленой массы в смешанном посеве кукурузы с подсолнечником (336,3 ц/га) была получена в варианте с внесением баковой смеси гербицидов Дуал Голд, КЭ + Стомп Профессионал, МКС. В варианте с применением гербицида Экстракорн, СЭ урожайность смеси составила 318,3 ц/га, при применении Стомп Профессионал, МКС – 307,0 ц/га (таблица 4).

Таблица 3 – Эффективность довсходового применения гербицидов и баковой смеси на засоренность в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником через месяц после обработки (производственный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец»» Кличевского района, 2023 г.)

Вариант		Марь белая	Просо куриное	Горевьюнковый	Пастушья сумка	Ромашка непахучая	Василек синий	Ярутка полевая	Всех однолетних
Контроль без прополки	(шт./М ²)	153,0	105,0	9,0	5,0	3,0	2,0	3,0	296,0
	(г/М ²)	639,0	301,0	69,0	13,0	6,0	7,0	6,0	1085,0
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га		73,3 84,3	72,0 83,4	42,3 78,2	100	100	100	100	73,4 84,4
Стомп Професионал, МКС – 3,0 л/га		80,0 87,9	68,8 81,1	30,8 89,3	100	100	100	100	75,7 86,5
Дуал Голд, КЭ + Стомп Професионал, МКС – 1,6 + 2,0 л/га		79,6 88,3	74,2 82,3	0 86,9	100	100	100	20,0 50,0	73,5 86,1

Примечание: в числителе – снижение численности сорных растений, в знаменателе – их массы.

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность довсходового внесения гербицидов и баковой смеси в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником (производственный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец»» Кличевского района, 2023 г.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сохраненная урожайность, ц/га	
	всего	в т.ч.		кукурузы	подсолнечника
		кукурузы	подсолнечника		
Контроль без прополки	86,0	39,1	46,9	–	–
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га	318,3	184,2	134,1	145,1	87,2
Стомп Професионал, МКС – 3,0 л/га	307,0	170,9	136,1	131,8	89,2
Дуал Голд, КЭ + Стомп Професионал, МКС – 1,6 + 2,0 л/га	336,3	187,7	148,6	148,6	101,7
НСР ₀₅		17,9	14,8		

Заключение. В смешанных посевах кукурузы с подсолнечником эффективность довсходового применения гербицидов и баковых смесей в мелкоделяночных опытах была высокой и составляла 77,5–99,4 % по численности и 81,3–99,7 % – по массе, в производственных опытах – 73,4–75,7 и 84,4–86,5 % соответственно.

Максимальная урожайность зеленой массы смеси в мелкоделяночных опытах получена в варианте с применением гербицида Экстракорн, СЭ (442,6 ц/га), в производственных – при применении баковой смеси Дуал Голд, КЭ + Стомп Професионал, МКС (336,3 ц/га).

Таким образом, довсходовое проведение прополки смешанных посевов кукурузы с подсолнечником повышает эффективность всей системы в целом, увеличивая при этом урожайность и качество продукции.

Список литературы

1. Ялаева, А. Р. Продуктивность смешанных посевов озимой тритикале с яровой и озимой викой на зеленый корм / А. Р. Ялаева, Р. Ф. Байбиков, М. М. Абдуллин // Студент и аграрная наука : материалы IV всероссийской студенческой конф., Уфа, 31 марта – 1 апреля 2010 г. / М-во сел. хоз-ва РФ, Башкирский гос. аграр. ун-т, Совет молодых ученых ун-та ; отв. за вып. А. Н. Кутляров. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2010. – С. 21.
2. Заслонкин, В. О проблемах кормопроизводства в условиях рынка / В. Заслонкин // Главный агроном. – 2011. – № 1. – С. 9–15.
3. Кадыров, М. А. Как хорошо «засеять» белорусское аграрное информационное поле / М. А. Кадыров // Наше сел. хоз-во. – 2011. – № 11. – С. 4–9.
4. Инновации бизнесу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/128700> – Дата доступа: 18.02.2012.
5. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск: Беларус. наука, 1998. – 200 с.
6. Ладан, С. С. Критический период вредоносности сорняков в посевах кукурузы и его связь с качеством получаемого зерна и воздействием на почву и агрофитоценоз / С. С. Ладан // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI века: материалы второго Всерос. науч.-произв. совещ., Голицино, 17-20 июля 2000 г. / Рос. исслед. о-во по сорным растениям, ВНИИФ ; редкол.: Ю. Я. Спиридонов (отв. ред.) [и др.]. - Голицино, 2000. – С. 288–292.
7. Зозуля, О. Л. Правильно выбранный гербицид – основа высокой урожайности подсолнечника / О. Л. Зозуля // Зерно. – 2010. – № 3. – С. 70–71.
8. Гончарук, В. А. Перспективы и опыт возделывания подсолнечника в Гродненской области / В. А. Гончарук, М. В. Зимина // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия.– 2022. – № 3. – С. 72–79.
9. 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.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

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

EFFICIENCY OF HERBICIDES AND THEIR SPRAY MIXTURES WITH PRE-EMERGENT APPLICATION TO THE MIXED PLANTINGS OF MAIZE AND SUNFLOWER

Annotation. The paper presents the results of studying biological and economic efficiency of the herbicides Gesagard, SC, Extracorn, SE, Brig, SC, Racer, EC, Pronit, EC, Dual Gold, EC, Estamp, EC, Frontier Optima, EC and their spray mixtures with the pre-emergent application to the mixed plantings of maize and sunflower.

Key words: maize, sunflower, weeds, herbicide, spray mixtures, efficiency.

Е. А. Якимович, О. А. Шкляревская

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА НА ОСНОВЕ МЕТСУЛЬФУРОН-МЕТИЛА С ЦЕЛЮ УНИЧТОЖЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 31.05.2024

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

Аннотация. Гербицид на основе метсульфурон-метила (Магнум®, ВДГ) через 2 месяца после обработки земель промышленного назначения был эффективен против борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.). В максимальной норме внесения 100–300 г/га гибель борщевика и золотарника канадского достигала 100 %. Внесение гербицида в норме 40–100 г/га гарантирует также практически полное уничтожение борщевика Сосновского и золотарника канадского с сохранением злакового травостоя. Гербицид не следует применять на газонных травах первого года жизни. С уплотнением дернины, на многолетних лугах, газонах, пастбищах фитотоксическое влияние Магнума, ВДГ® на злаковый ценоз практически отсутствует (при внесении в норме до 100 г/га).

Ключевые слова. *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L., гербицид, метсульфурон-метил, высокая биологическая эффективность

Введение. Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.) включены в перечень инвазивных растений, запрещенных к интродукции и (или) акклиматизации, который установлен постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28.11.2008 № 106 «О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации растений» [1]. Распространение и численность данных растений подлежит регулированию в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.12.2016 № 1002 «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов растений» [2].

В связи с тем, что листья борщевика содержат фуранокумарины, которые повышают чувствительность кожи к солнечному свету, а именно к ультрафиолету, при работе с борщевиком, люди получали ожоги первой-третьей степеней [3]. После внедрения борщевика в севооборот в качестве кормового (силосного) растения стало понятно, что культура не подходит в качестве силосной культуры. По этим причинам

возделывание борщевика Сосновского было приостановлено во второй половине XX века.

В дальнейшем борщевик вышел из-под контроля и стал произрастать на заброшенных землях, вдоль ручьев, канав и дорог, на территории населенных пунктов, затем стал занимать наиболее плодородные земли, вытесняя местные виды травянистых растений. Земли несельскохозяйственного назначения – одна из основных категорий площадей, на которых борщевик активно распространяется [4].

В европейской части России и в Беларуси естественно произрастает золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.). В Беларуси встречается по всей территории часто в хвойных и смешанных лесах, особенно в сухих борах, у дорог, на лесных полянах и опушках, на вырубках, залежах, пустырях и железнодорожных насыпях [5].

Инвазивные золотарники, родиной которых является Северная Америка [6], на территории Беларуси представлены комплексом видов, в котором наиболее часто отмечается золотарник канадский (*S. canadensis* L.). Встречаются также золотарник гигантский (*S. gigantean* Ait.) и сортовой золотарник гибридный (*S. hybrid* L.). Часто все данные виды упоминаются под сборным таксоном *S. canadensis* [7].

В Беларуси золотарник канадский появился как декоративное растение в 50-е гг. XX века. Многолетнее растение, высотой 70–120 см. Опыляется насекомыми. Плодовитость – более 10 тыс. семян на одном генеративном побеге [8]. Благодаря небольшим размерам и хорошей парусности семена рассеиваются ветром на большие расстояния, что обеспечивает колонизацию незанятых участков [5].

Благодаря клональному росту *S. canadensis* может создавать густые заросли, плотность которых достигает более 300 побегов/м². Наибольшее проективное покрытие у золотарника отмечается на 5–6 год жизни [5].

Основные места распространения золотарника – пустыри, заброшенные земли, которые еще недавно эксплуатировались как сельскохозяйственные, территории брошенных жилых комплексов, земли под ЛЭП, массивы лесопарков, а также на территориях кладбищ, частично он встречается в посевах сельскохозяйственных культур [4].

Борьба с распространением золотарника и борщевика Сосновского ранее в основном велась способом скашивания. Более весомые результаты получены при замене кошения на различные гербициды, включенные в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных для применения на территории Республики Беларусь» против инвазивных растений: глифосатсодержащие гербициды; персистентные гербициды на основе сульфометурон-метила и имзапира; метсульфурон-метила [9, 10]. Положительные

исследования получены также специалистами Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси при применении метсульфурон-метила против борщевика Сосновского [11]. По данным специалистов Центрального ботанического сада НАН Беларуси и ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства» против золотарника и борщевика Сосновского эффективны баковые смеси гербицидов [7, 12].

Гербицид Магнум, ВДГ (метсульфурон-метил, 600 г/кг) относится к производным сульфонилмочевины. Данный гербицид системного действия, поступает в сорняки через листья и корни. Препарат действует путем подавления деления клеток в растущих кончиках корней и побегов чувствительных к нему растений. Видимые признаки появляются на 5–10 день, полная гибель сорняков наступает через 15–25 дней. Селективный гербицид применяется в сельском хозяйстве против однолетних двудольных и некоторых многолетних сорняков в посевах зерновых культур.

Целью данной работы является обозначение приоритета гербицида Магнум, ВДГ в качестве гербицида для борьбы с инвазивными видами растений в связи с сохранением злакового ценоза при его применении.

Материалы и методы проведения исследований. Работа выполнена в РУП «Институт защиты растений» в 2012–2023 гг. путем постановки полевых опытов на территории г. Минска и Минской области. Исследования проводили на землях, в высокой степени заросших растениями борщевика Сосновского и золотарника канадского.

Производственная оценка выполнялась в СПК «Междулесье» Березовского района Брестской области, УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска», в Слонимском районе Гродненской области.

Эффективность гербицидов в борьбе с инвазивными видами оценивали в соответствии с Методическими указаниями ... [13, 14]. Гербицид вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» согласно схемы опытов. Одновременно оценено влияние испытываемого гербицида на фитоценоз.

Результаты и их обсуждение. Гербициды на основе сульфометурон-метила кислоты, имазапира, глифосата уничтожают все травянистые растения. Глифосатсодержащие гербициды следует вносить при условии дальнейшего сельскохозяйственного использования территорий. Важным являлся вопрос уничтожения инвазивных видов растений с сохранением злаковой растительности.

Для подбора средств защиты растений было изучено более 10 гербицидов, в т. ч. Галера Супер 364, ВР; Дианат, ВР; Ланцелот 450, ВР; Линтур, ВДГ; Санифлор, ВГ; Старане Премиум 330, КЭ; Фенизан, ВР и др., которые применяются в посевах зерновых культур и рапса. Однако

биологическая эффективность данных препаратов в борьбе с борщевиком не превышала 6,0–56,5 %.

Гербицид Магнум, ВДГ был рассмотрен нами как перспективный для борьбы инвазивными видами растений, поскольку данный препарат с достаточно высокой эффективностью уничтожает такие виды растений, как амброзия полыннолистная, бодяк полевой, мелколепестник канадский, осот полевой и др.

Борщевик Сосновского

В 2012 г. опыты по применению гербицида Магнум, ВДГ против растений борщевика Сосновского проводились в двух точках – на территории Пуховичского и Минского районов; были взяты нормы от 20 г/га до 300 г/га.

На территории Пуховичского района через месяц после обработки в опыте численность борщевика Сосновского в варианте без обработки составила 10,7 шт./м² с массой 1122,7 г/м². Эффективность гербицида Магнум, ВДГ в норме 20 г/га по снижению численности составила 12,8 %, по снижению массы – 65,8 %; в нормах 30–40 г/га – 25,0–37,2 и 74,6–76,0 %; в нормах 50–200 г/га – 50,0 и 77,0–79,3 %; в норме 300 г/га – 62,5 и 79,8 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Магнум, ВДГ против растений борщевика Сосновского (полевые опыты, через месяц после обработки, 2012 г.)

Вариант	Место проведение учетов			
	Пуховичский район		Минский район	
	численность и масса			
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Без обработки	10,7	1122,7	25,3	13029,3
	эффективность, %			
Магнум, ВДГ – 20 г/га	12,8	65,8	5,1	82,0
Магнум, ВДГ – 30 г/га	25,0	74,6	5,1	88,2
Магнум, ВДГ – 40 г/га	37,2	76,0	10,3	90,5
Магнум, ВДГ – 50 г/га	50,0	77,0	31,6	92,6
Магнум, ВДГ – 100 г/га	50,3	77,7	36,8	94,9
Магнум, ВДГ – 200 г/га	50,3	79,3	41,9	95,6
Магнум, ВДГ – 300 г/га	62,5	79,8	47,4	96,8

На территории Минского района численность борщевика в варианте без обработки достигала 25,3 шт./м² с массой 13029,3 г/м². Эффективность гербицида Магнум, ВДГ составила: в нормах 20–30 г/га по численности 5,1 %, по массе – 82,0–88,2 %; 40 г/га – 10,3 и 90,5 %; 50 г/га – 31,6 и 92,6 %; 100 г/га – 36,8 и 94,9 %; 200 г/га – 41,9 и 95,6 %; 300 г/га – 47,4 и 96,8 % соответственно.

Через два месяца после внесения препарата на территории Пуховичского района эффективность гербицида Магнум, ВДГ в нормах 20–30 г/га составила по снижению численности 43,0 %, по снижению массы – 65,4–77,1 %, в нормах 40–100 г/га – 57,0 % и 85,5–96,6 %, в нормах 200–300 г/га – 71,0 % и 95,3–97,7 % соответственно (таблица 2). В Минском районе через три месяца численность борщевика Сосновского снижалась на 73,5–86,5 %, масса – на 95,0–98,8 %. В более высоких нормах (50–300 г/га) биологическая эффективность составила 100 % (рисунок 1).

Таблица 2 – Эффективность гербицида Магнум, ВДГ против растений борщевика Сосновского (полевые опыты, 2012 г.)

Вариант	Место и срок проведения учетов			
	Пуховичский район		Минский район	
	через 2 месяца		через 3 месяца	
	численность и масса			
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Без обработки	9,3	570,7	20,0	2864,0
	эффективность, %			
Магнум, ВДГ – 20 г/га	43,0	65,4	73,5	95,0
Магнум, ВДГ – 30 г/га	43,0	77,1	80,0	97,9
Магнум, ВДГ – 40 г/га	57,0	85,5	86,5	98,8
Магнум, ВДГ – 50 г/га	57,0	88,8	100	100
Магнум, ВДГ – 100 г/га	57,0	96,6	100	100
Магнум, ВДГ – 200 г/га	71,0	95,3	100	100
Магнум, ВДГ – 300 г/га	71,0	97,7	100	100



Рисунок 1 – Действие гербицида Магнум, ВДГ (100 г/га) на растения борщевика Сосновского (Минский район, три месяца после обработки, 2012 г.)

В среднем, обработка гербицидом Магнум, ВДГ в нормах 20–30 г/га через 2–3 месяца снижала численность на 54,0–70,3 % растений борщевика, их массу – на 80,2–87,5 %; в нормах 40–50 г/га – на 84,2–87,5 % и 92,2–94,9 %; в нормах 100–300 г/га – 87,5–93,8 % и 97,7–98,8 % соответственно.

Баковые смеси. Изучение эффективности гербицида Магнум, ВДГ при его применении в баковых смесях с глифосатсодержащими гербицидами проводили при высоте растений борщевика 20–30 см.

Через месяц после обработки биологическая эффективность баковых смесей гербицидов Магнум, ВДГ и Вольник Супер, ВР по снижению численности составила 14,6–50,0 %, по снижению вегетативной массы – 85,4–90,9 %; через два месяца гибель борщевика составила 60,7–80,3 %, масса снижалась на 92,3–95,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние гербицидов на численность и массу растений борщевика Сосновского (полевые опыты, г. Минск и Минский район, средние данные 2012 г. и 2014 г.)

Вариант	Учет после обработки			
	через месяц		через 2 месяца	
	численность и масса			
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Без обработки	10,0	11505,5	11,0	13169,5
	эффективность, %			
Магнум, ВДГ, 10 г/га	11,0	57,9	34,0	65,0
Магнум, ВДГ, 20 г/га	21,5	75,3	38,5	76,2
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 10 г/га + 3,0 л/га	14,6	85,4	60,7	92,3
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 20 г/га + 3,0 л/га	25,0	90,2	70,5	94,2
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 10 г/га + 4,0 л/га	31,2	86,1	70,5	93,4
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 20 г/га + 4,0 л/га	35,4	90,6	80,3	93,8
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 10 г/га + 5,0 л/га	39,6	90,9	66,9	94,2
Магнум, ВДГ + Вольник Супер, ВР – 20 г/га + 5,0 л/га	50,0	90,7	80,3	95,8

При обработке гербицидом Магнум, ВДГ (10 и 20 г/га) через месяц снижение численности борщевика составила 11,0–21,5 %, его массы – на 57,9–75,3 %; через два месяца – на 34,0–38,5 % и 65,0–76,2 %.

Влияние баковой смеси метсульфурон-метила с глифосатсодержащим гербицидом по сравнению с чистым метсульфураном: через месяц гибель борщевика возрастала до 28,5 %, масса – до 15,6 %; через два месяца – до 41,8 % и 19,6 %, борщевик в опыте не отрастал, как при применении глифосата.

Использование баковых смесей (Магнум, ВДГ + глифосатсодержащий гербицид) позволяет существенно повысить эффективность химических обработок. Эффективность данных баковых смесей была подтверждена и в апробационных опытах.

Изучаемые нами гербициды также применяли в разновозрастных популяциях борщевика (на территории, труднодоступной для косы). Высота растений борщевика была 30–50 см, 50–90 см и 120 см.

В 2013–2014 гг. нами было установлено, что через месяц после обработки гербицидом Магнум, ВДГ снижал массу борщевика на 60,2 %, при использовании баковой смеси Магнум, ВДГ + Торнадо 500, ВР – на 73,4 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние гербицидов на численность и массу разновозрастных растений борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район, средние данные 2013–2014 гг.)

Вариант	Учет после обработки			
	через месяц		через 2 месяца	
	численность и масса			
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Без обработки	9,7	6575,0	12,4	15060,0
	эффективность, %			
Магнум, ВДГ – 100 г/га	51,3	60,2	73,1	81,5
Магнум, ВДГ + Торнадо 500, ВР – 100 г/га + 3,0 л/га	65,2	73,4	81,1	93,6

Добавление Торнадо 500, ВР позволило ускорить проявление гербицидной активности препарата: листья растений раньше пожелтели и начали обесцвечиваться; гибель растений проходила интенсивнее, чем при обработке одним гербицидом Магнум, ВДГ.

Через два месяца эффективность гербицида Магнум, ВДГ в борьбе с борщевиком была на уровне 73,1 % по численности и 81,5 % по массе. В баковой смеси Магнум, ВДГ + Торнадо 500, ВР гибель борщевика составила 81,1 %, его масса снижалась на 93,6 %.

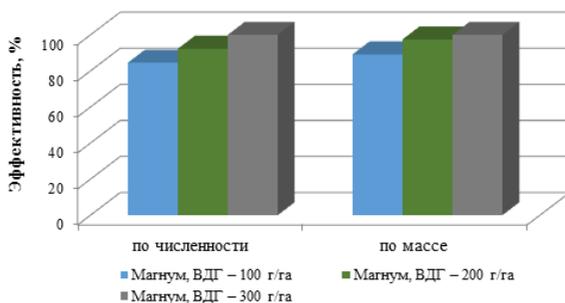
Таким образом, использование баковых смесей позволяет существенно повысить эффективность химических обработок по сравнению с применением препаратов по отдельности в максимально разрешенных нормах.

Золотарник канадский

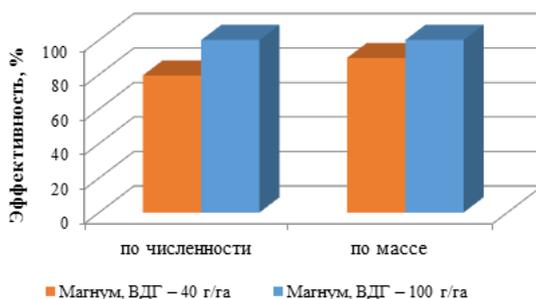
В 2013 г. гербицид Магнум, ВДГ вносили по активно вегетирующим растениям золотарника канадского высотой 30–50 см. Через месяц после обработки эффективность Магнума, ВДГ в норме 100 и 200 г/га составила 84,6 % и 92,3 % по численности и 89,2 % по массе. В норме 300 г/га золотарник канадский погибал полностью (рисунок 2).

В 2014 г. золотарник канадский был представлен молодыми растениями первого года жизни, взошедшими из семян, так и многолетними экземплярами, отрастающими после очередного подкоса участка (при высоте золотарника до 30 см).

После обработки гербицидом Магнум, ВДГ в норме 40 г/га численность золотарника снизилась на 79,4 %, масса – на 89,6 %; при 100 г/га растение погибло полностью.



2013 г.



2014 г.

Рисунок 2 – Биологическая эффективность гербицида Магнум, ВДГ против золотарника канадского (полевые опыты, Минский район)

При применении баковой смеси Торнадо 540, ВР (3,7 л/га) + Магнум, ВДГ (10 г/га) численность золотарника канадского снизилась на 90,2 %, его вегетативная масса – на 95,8 %. Баковая смесь глифосатсодержащего гербицида с Магнум, ВДГ (20 л/га) обеспечила полную гибель (100 %) золотарника канадского (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность баковых смесей против золотарника канадского при высоте растений до 30 см (полевой опыт, Минский район, 2018 г.)

Вариант	Численность и масса	
	шт./м ²	г/м ²
Без обработки	51,0	817,0
	Эффективность, %	
Торнадо 540, ВР + Магнум, ВДГ – 3,7 л/га + 10 г/га	90,2	95,8
Торнадо 540, ВР + Магнум, ВДГ – 3,7 л/га + 20 г/га	100	100

Влияние на фитоценоз

Гибель травянистой растительности при применении гербицида Магнум, ВДГ была достаточно высокой, практически все двудольные виды погибали полностью (крапива двудольная, мелкопестник канадский, осот полевой, тысячелистник обыкновенный, щавель малый и др.).

Не совсем однозначным было действие на однодольные компоненты фитоценоза. При внесении препарата отмечалось увеличение численности и массы пырея ползучего, видов осоковых растений. В то же время отмечена гибель проса куриного, мятлика однолетнего.

Гербицид Магнум, ВДГ в нормах от 10 до 100 г/га угнетал посевы злаковых трав первого года жизни: овсяницы луговой, овсяницы красной и райграса пастбищного. Однако с уплотнением дернины, на многолетних лугах, газонах, пастбищах фитотоксическое влияние гербицида Магнум, ВДГ на злаковые травы снижается, внесение препарата в данной норме негативного влияния на злаковый ценоз практически не оказывает.

В ряде опытов многолетние злаковые травы (ежа сборная, тимофеевка луговая, райграс пастбищный) то угнетались, то разрастались, поэтому были заложены опыты по оценке эффективности и длительности фитотоксического действия на злаковые травянистые растения гербицидов Магнум, ВДГ в нормах 100, 200 и 300 г/га, Террсан, ВДГ в нормах 200 и 300 г/га и Грейдер, ВГР в норме 2,5 л/га.

Травянистые растения были представлены в естественном фитоценозе. Наблюдения, проведенные в мае следующего года (2014 г.), показали, что делянки, обработанные гербицидами Террсан, ВДГ и Грейдер, ВГР были полностью свободны от травянистых растений; на вариантах, где

вносили гербицид Магнум, ВДГ, отмечался рост многолетних злаковых трав – ежи сборной и тимopheевки луговой, хотя их надземная вегетативная масса была на 33,2–67,8 % ниже по отношению к варианту без обработки (рисунок 3).

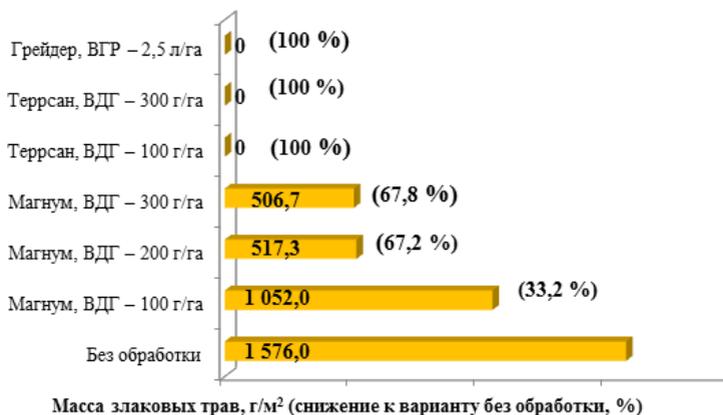


Рисунок 3 – Влияние гербицидов на фитоценоз (полевые опыты, естественный травостой, аг. Прилуки, через год после обработки, 2014 г.)

Визуальные наблюдения показали, что зарастание участков, обработанных гербицидами Террсан, ВДГ и Грейдер, ВГР однодольными и двудольными травянистыми растениями происходит через 1–1,5 года после внесения. Через три месяца после обработки отмечается действие Магнума, ВДГ (в норме более 100 г/га) на вейник обыкновенный, ежу сборную, тимopheевку луговую, однако через шесть месяцев травянистый ценоз полностью восстанавливается и практически неотличим от необработанной территории.

Производственная проверка

Научно-практические разработки широко применялись в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. В 2012 г. в СПК «Междулесье» Березовского района Брестской области на землях несельскохозяйственного пользования применяли баковую смесь гербицида Торнадо 500, ВР (5,0 л/га) + Магнум, ВДГ (20 г/га) при высоте борщевика 10–30 см тракторным опрыскивателем на площади 5 га. Через месяц после обработки снижение численности растений составило 85 %, массы – 95 %.

В 2018 г. на территории УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска» был проведен производственный опыт на площади 13 га с использованием гербицидов Грейдер, ВГР, Магнум, ВДГ и баковой

смеси Балерина, СЭ + Магнум, ВДГ в зависимости от высоты растений борщевика. Через 2–3 месяца после обработки гербицид Грейдер, ВГР (2,5 л/га) снизил численность борщевика Сосновского и других травянистых растений на 99–100 %. Применение гербицида Магнум, ВДГ (100 и 300 г/га) и его баковой смеси с Балериной, СЭ позволило не только эффективно уничтожить борщевик Сосновского (на 90–100 %), но и сохранить злаковый травянистый покров растений.

Достаточно высокую эффективность гербицид Магнум, ВДГ подтвердил в Слонимском районе Гродненской области: в 2020 г. площадь обработки против золотарника канадского составила 166 га, борщевика Сосновского – 10 га; в 2021 г. площадь обработки против золотарника канадского – 5,6 га, борщевика Сосновского – 9,5 га. Гербицид вносился в норме 250 г/га против золотарника канадского и 300 г/га – борщевика Сосновского. Препарат показал высокую биологическую эффективность в подавлении популяций инвазивных растений (> 90–95 %). Отмечено сохранение злаковых трав.

По результатам проведенных исследований гербицид Магнум, ВДГ был включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для подавления инвазивных видов растений. Данный препарат рекомендуется применять на землях промышленного назначения (трассы газо- и нефтепроводов, насыпи и полосы отчуждения железных и шоссейных дорог, аэродромы и др.) в норме 100–300 г/га, а также в парках, скверах, зонах отдыха, на территориях, занятых травянистой растительностью с нормой 40–100 г/га. Гербицид разрешен для применения и в населенных пунктах. Применение баковых смесей с глифосатсодержащими препаратами рекомендовано на участках с разновозрастными популяциями борщевика Сосновского, высотой от 30 до 120 см.

Заключение. Гербицид Магнум, ВДГ (метсульфурон-метил, 600 г/кг) через 2 месяца после обработки земель промышленного назначения был эффективен против борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.). В максимальной норме внесения 100–300 г/га гибель борщевика и золотарника канадского достигала 100 %. Внесение гербицида в норме 40–100 г/га гарантирует также практически полное уничтожение борщевика Сосновского и золотарника канадского с сохранением злакового травостоя. Гербицид не следует применять на газонных травах первого года жизни. С уплотнением дернины, на многолетних лугах, газонах, пастбищах фитотоксическое влияние Магнума, ВДГ на злаковый ценоз практически отсутствует (при внесении в норме до 100 г/га).

Список литературы

1. О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации растений [Электронный ресурс] : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 28.11.2008 г., № 106 // М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/ru/> – Дата доступа: 29.05.2024.
2. О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов растений [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 07.12.2016 г., № 1002 // Совет министров Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/2707> – Дата доступа: 29.05.2024.
3. Гурина, Н. С. Фармакологические свойства и компонентный состав борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowski Manden*) / Н. С. Гурина, Р. И. Лукашов, А. В. Котович // Мед. журнал. – 2023. – № 1. – С. 14–22.
4. Распространение инвазивных видов растений в полях севооборота / Е. А. Якимович [и др.] // Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: матер. науч.-практ. семинара, (г. Минск, 17–19 сентября 2019 г.) / Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: Н. А. Ламан (науч. ред.), В. Н. Прохоров, А. В. Бабков. – Минск : Колорград, 2019. – С. 72–73.
5. Прохоров, В. Н. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения / В. Н. Прохоров, Н. А. Ламан // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси; редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 47. – С. 150–168.
6. Werner, P. A. The biology of Canadian weeds. 45. *Solidago canadensis* L. / P. A. Werner, I. K. Bradbury, R. S. Gross // Canadian J. of Plant Science. – 1980. – Vol. 60 (4). – P. 1393–1409.
7. Мотыль, М. Разнообразие золотарника в Беларуси и биорациональные способы ограничения его инвазивного распространения / М. Мотыль, И. Гаранович // Наука и инновации. – 2014. – № 4 (134). – С. 65–67.
8. Бакей, С. К. Всхожесть семян инвазивных видов растений рода Золотарник (*Solidago*) / С. К. Бакей // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2019. – Т. 64, № 1. – С. 107–111.
9. Охрана окружающей среды и природопользование. Растительный мир. Требования к проведению работ по ограничению распространения численности инвазивных растений (борщевика Сосновского, золотарника канадского, эхиноцистиса лопастного и других инвазивных растений) различными методами = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Раслінны свет. Патрабаванні да правядзення работ па абмежаванні распаўсюджвання і колькасці інвазіўных раслін (баршчэўніка Сасноўскага, сумніка канадскага, эхінацысціса лопасцевага і іншых інвазіўных раслін) рознымі метадамі: ТКП 17.05-03-2020 (33140). – Введ. 01.10.2020. – Минск, 2020. – 15 с.
10. Шклярёвская, О. А. Методические рекомендации по борьбе с инвазивными видами растений (борщевик Сосновского, золотарник канадский) / О. А. Шклярёвская, Е. А. Якимович; Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2024. – 68 с.
11. Ламан, Н. А. Практический опыт решения проблемы ограничения распространения борщевика Сосновского в Республике Беларусь / Н. А. Ламан, В. Н. Прохоров // Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: матер. науч.-практ. семинара, (г. Минск, 17–19 сентября 2019 г.) / Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: Н. А. Ламан (науч. ред.), В. Н. Прохоров, А. В. Бабков. – Минск: Колоград, 2019. – С. 11–15.
12. Егоров, А. Б. Селективные и общеистребительные гербициды для подавления борщевика Сосновского (*Heracleum sosnovskiy Manden.*) / А. Б. Егоров, Л. Н. Павлюченкова // Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других

опасных инвазивных видов растений: матер. науч.-практ. семинара, (г. Минск, 17–19 сентября 2019 г.) / Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: Н. А. Ламан (науч. ред.), В. Н. Прохоров, А. В. Бабков. – Минск: Колоград, 2019. – С. 20–21.

13. 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., 2007. – 58 с.

14. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. ин-т защиты растений; сост.: А. А. Петунова [и др.]; ред. В. И. Долженко. – СПб. : [б. и.], 2013. – 280 с.

E. A. Yakimovich, O. A. Shklyarevskaya

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

APPLICATION OF HERBICIDE BASED ON METSULFURON-METHYL FOR INVASIVE PLANT SPECIES GROWTH DECREASE

Annotation. The herbicide, based on metsulfuron-methyl (Magnum, VDG®) in 2 months after industrial land setting treatment have been effective against Sosnowski's hogweed (*Heraculum sosnowsky* Manden.) and goldenrod (*Solidago canadensis* L.). At the maximum rate of herbicide application of 100–300 g/ha, the hogweed and goldenrod kill has made 100 %. The application of herbicide at the rate of 40–100 g/ha also guarantees the almost complete hogweed and goldenrod control with the preservation of grassy species. The herbicide should not be used on lawn grasses of the first year of life. With the compaction of turf, in perennial meadows, lawns, pastures, the phytotoxic effect of Magnum, VDG® on grassy cenosis is practically absent (applied normally up to 100 g/ha).

Key words: *Heraculum sosnowsky* Manden., *Solidago sanadensis* L., herbicide, metsulfuron-methyl, high biological efficiency.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 633.11«321»:632.952:632.4

Е. И. Жук, А. Н. Халаев

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

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ КОЛОСА

Дата поступления статьи в редакцию: 10.07.2024

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

Аннотация. Представлены данные многолетних (2010–2023 гг.) исследований по оценке биологической эффективности фунгицидов в условиях искусственных инфекционных фонов в защите яровой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса. В защите от септориоза колоса данный показатель составлял в среднем от 46,2 до 88,3 %, от фузариоза колоса – от 46,0 до 79,4 % в зависимости от препарата и стадии проведения учетов.

Ключевые слова: яровая пшеница, фунгициды, септориоз колоса, фузариоз колоса, биологическая эффективность.

Введение. В условиях современного рынка сельскохозяйственной продукции яровая пшеница является ценной зерновой культурой, важность которой заключается в высоком технологическом качестве зерна, используемом чаще всего для изготовления хлебобулочных изделий. Потенциальная урожайность некоторых сортов культуры превышает 80,0 ц/га, однако средняя урожайность в условиях конкурсного сортоиспытания за последние годы не достигала 50,0 ц/га, а в хозяйствах республики – не превышала 34,0 ц/га. Несмотря на достижения в мировом сельском хозяйстве, проблема поражения патогенными грибами в производстве зерновых культур продолжает оставаться актуальной. Посевы яровой пшеницы ежегодно поражаются комплексом болезней, среди которых септориоз и фузариоз колоса имеют высокую вредоносность. Причем болезни колоса негативно влияют не только на величину получаемого урожая, но и, в большей степени, на качественные характеристики зерна. В связи с этим обработка по колосу – важный элемент в системе защиты посевов и ориентир на хорошую урожайность со стабильно высоким качеством.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования выполнены в 2010–2023 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Почвы опытного участка дерново-подзолистые, средне-суглинистые. Агротехника общепринятая для возделывания яровой пшеницы в центральной агроклиматической зоне Беларуси [4]. Фенологические стадии развития растений отмечали по десятичному коду согласно шкале ВВСН [6]. Развитие болезней определяли по методикам, разработанным С. С. Саниным с соавторами [5, 9]. Постановку и проведение полевых опытов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [3].

Оценку биологической эффективности фунгицидов в защите от болезней колоса проводили в условиях искусственных инфекционных фонов. Для наработки инфекционного материала грибов-возбудителей использовали накопленный в лаборатории фитопатологии опыт [7]. Для создания инфекционного фона септориоза колоса инокулюм гриба *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous размножали на агаризованной питательной среде в течение 2–3 недель. Нарботку инфекционного материала гриба *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. проводили на жидкой питательной среде с использованием шейкера. Инокуляцию колосьев споро-мицелиальной суспензией гриба *P. nodorum* проводили в ст. 51–55, гриба *F. culmorum* – в ст. 61–65, расход суспензии – 50 мл/м². Растения заражали в вечернее время с помощью пульверизатора «Marolex master 1500». Обработка фунгицидами проводилась на третьи сутки после инокуляции патогенами. Первый учет развития септориоза и фузариоза колоса проводили при появлении первых симптомов, последующие – с интервалом 7–10 дней.

Площадь опытной делянки составляла 1 м², повторность опытов – четырехкратная.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета Excel (описательная статистика).

В исследования по изучению биологической эффективности фунгицидов в защите от септориоза и фузариоза колоса были включены 10 препаратов, отличающиеся по количеству действующих веществ и их сочетанию, среди них 1 однокомпонентный препарат, 8 – двухкомпонентных, 1 – трехкомпонентный (таблица 1).

Согласно общепринятой классификации комитета по фунгицидной резистентности (FRAC), состав оцениваемых фунгицидов представлен действующими веществами, относящимися к 3 классам: метилбензимидазолкарбаматы, стробилурины, азолы [11] (таблица 2).

Азолы, представленные 7 действующими веществами, являются самым обширным классом и входят в состав всех изучаемых препаратов.

Таблица 1 – Торговые названия и состав фунгицидов, включенных в исследование (РУП «Институт защиты растений», 2010–2023 гг.)

Торговое название, препаративная форма	Норма расхода, л/га	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л	Годы проведения исследований
Однокомпонентные			
Абаронца, СК	0,5	флутриафол, 250	2010–2011
Двухкомпонентные			
Абаронца Супер, КС	0,9	флутриафол, 75 + тебуконазол, 225	2012–2013
Альто Супер, КЭ	0,4	пропиконазол, 250 + ципроконазол, 80	2010, 2013–2014
Альто Турбо, КЭ	0,5	ципроконазол, 160 + пропиконазол, 250	2013, 2016, 2019–2022
Амистар Экстра, СК	0,75	азоксистробин, 200 + ципроконазол, 80	2010, 2012–2014, 2022–2023
Замир, ЭМВ	1,5	прохлораз, 267 + тебуконазол, 133	2015–2016
Прозаро, КЭ	1,0	протиоконазол, 125 + тебуконазол, 125	2013–2017, 2019–2020, 2022–2023
Рекс Дуо, КС	0,6	эпоксиконазол, 187 + тиофанат-метил, 310	2010–2011, 2013–2014
Чугур, СК	0,75	азоксистробин, 200 + ципроконазол, 80	2012–2013
Трехкомпонентные			
Титул Трио, ККР	0,6	тебуконазол, 160 + пропиконазол, 80 + ципроконазол, 80	2019–2020

Таблица 2 – Классификация действующих веществ фунгицидов, включенных в исследование [10]

Класс	Химическая группа	Действующее вещество
Метилбензимидазолкарбаматы (МВС-фунгициды)	тиофанаты	тиофанат-метил
Азолы (DMI-фунгициды, ингибиторы деметилирования)	имидазолы	прохлораз
	триазолы	пропиконазол
		тебуконазол
		флутриафол
		ципроконазол
	эпоксиконазол	
триазолинтионы	протиоконазол	
Стробилурины (QoI-фунгициды, ингибиторы переноса хинона на внешнюю мембрану митохондрий)	метокси-акрилаты	азоксистробин

Результаты и их обсуждение. Использование в исследовательском процессе искусственных инфекционных фонов обусловлено прежде всего тем, что таким образом возможно ежегодно получать высокое развитие болезней, позволяющее качественно проводить изучение эффективности препаратов. В то же время успешность процесса инфицирования, динамика и конечный уровень развития болезней по годам несколько колеблется.

В целом, за 14 лет исследований к стадии поздняя молочная – полная спелость развитие септориоза и фузариоза колоса в вариантах без применения фунгицидов в среднем превышало 40,0 %. Причем интенсивность поражения септориозом колоса уже к ст. 71–83 находилась на уровне – 21,8 % и фузариозом – 27,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Развитие болезней колоса яровой пшеницы в условиях искусственных инфекционных фонов (РУП «Институт защиты растений», 2010–2023 гг.)

Год	Септориоз		Фузариоз	
	1-й учет*	2-й учет**	1-й учет*	2-й учет**
2010	75,0	84,3	67,5	70,0
2011	32,0	53,0	29,0	55,3
2012	18,0	49,0	44,7	73,3
2013	7,2	40,8	22,3	54,7
2014	16,0	60,5	10,2	12,2
2015	10,7	17,3	29,3	39,0
2016	18,3	30,0	18,3	30,0
2017	21,0	65,7	21,0	65,7
2019	10,7	16,7	15,0	32,7
2020	23,7	45,3	30,7	53,7
2021	25,7	47,7	25,7	47,7
2022	16,5	23,3	25,0	55,7
2023	9,0	18,7	22,3	40,3
Среднее	21,8±17,5***	42,5±20,8***	27,8±14,6***	48,5±17,3***
Min–max	7,2–75,0	16,7–84,3	10,2–67,5	12,2–73,3

Примечание – «*» – ст. 71–83 (первые зерна достигли половины своей окончательной величины. Содержимое зерна водянистое – ранняя восковая спелость); «**» – ст. 77–89 (поздняя молочная – полная спелость); «***» – стандартное отклонение.

В защите от септориоза колоса биологическая эффективность однокомпонентного фунгицида составляла 46,2 %, двухкомпонентных – в среднем в зависимости от стадии проведения учета от 55,1 до 94,6 %, трехкомпонентного – от 57,4 до 88,3 % соответственно (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность фунгицидов в ограничении развития септориоза колоса в условиях искусственных инфекционных фонов (РУП «Институт защиты растений», 2010–2023 гг.)

Класс	Препарат	Биологическая эффективность, %			
		1-й учет		2-й учет	
		средняя	min–max	средняя	min–max
Однокомпонентные					
Азолы	Абаронца, СК	46,2±18,7	32,9–59,4	46,2±22,8	30,0–62,3
Двухкомпонентные					
Азолы	Абаронца Супер, КС	75,0±19,7	61,1–88,9	88,6±6,9	83,7–93,4
	Альто Супер, КЭ	58,8±16,9	46,3–77,8	55,1±29,3	22,1–77,9
	Альто Турбо, КЭ	72,6±6,4	63,3–80,6	68,8±15,8	41,9–87,0
	Замир, ЭМВ	94,6±7,7	89,1–100	85,9±3,6	83,3–88,4
	Прозаро, КЭ	84,3±9,7	66,9–100	77,7±12,0	53,9–92,6
	В среднем	77,0±13,5	58,5–94,6	75,2±13,6	55,1–88,6
Азолы + МБК	Рекс Дуо, КС	66,3±16,0	45,2–79,2	71,0±24,0	38,2–92,6
Азолы + стро- билурины	Амистар Экстра, СК	70,2±15,7	57,5–91,7	73,7±12,2	61,0–93,4
	Чугур, СК	76,5±27,3	57,2–95,8	84,4±5,9	80,2–88,5
	В среднем	73,4±4,5	70,2–76,5	79,1±7,6	73,7–84,4
Трехкомпонентные					
Азолы	Титул Трио, ККР	88,3±0,5	87,9–88,6	57,4±4,9	53,9–60,9

Примечание – Приведены средние значения ± стандартное отклонение.

Во время проведения второго учета (стадия 77–89) эффективность ограничения септориоза колоса у изучаемых двухкомпонентных препаратов в среднем (71,0–79,1 %) была выше, чем у одно- (46,2 %) и трехкомпонентного (57,4 %).

Эффективность в ограничении развития фузариоза колоса яровой пшеницы составляла в среднем в зависимости от даты проведения учетов для однокомпонентного препарата – 46,0–72,4 %, двухкомпонентных – 62,9–76,5 %, трехкомпонентного – 75,4–79,4 % соответственно (таблица 5).

Азолы, входящие в состав изучаемых препаратов, относятся к триазолам и триазолинтионам, механизм действия которых основан на блокировке биосинтеза эргостерола в клетках патогенов, что обеспечивает профилактическое и лечебное действие. Анализ полученных данных позволил отметить тенденцию повышения биологической эффективности азолсодержащих препаратов в защите яровой пшеницы от фузариоза колоса пропорционально увеличению количества компонентов. Так, к стадии поздняя молочная – полная спелость показатель составлял 46,0 % (однокомпонентный), 69,9 % (в среднем по двухкомпонентным) и 79,4 % (трехкомпонентный). Однако, для утверждения выявленной закономерности исследования необходимо продолжить.

Таблица 5 – Биологическая эффективность фунгицидов в ограничении развития фузариоза колоса в условиях искусственных инфекционных фонов (РУП «Институт защиты растений», 2010–2023 гг.)

Класс	Препарат	Биологическая эффективность, %			
		1-й учет		2-й учет	
		средняя	min–max	средняя	min–max
Однокомпонентные					
Азолы	Абаронца, СК	72,4±3,4	70,0–74,8	46,0±9,9	39,0–53,0
Двухкомпонентные					
Азолы	Абаронца Супер, КС	67,6±20,6	53,0–82,1	72,7±18,0	60,0–85,4
	Альто Супер, КЭ	59,4±3,1	56,6–62,8	58,2±18,1	39,0–75,0
	Альто Турбо, КЭ	67,5±11,0	51,7–85,2	70,3±8,0	59,0–80,3
	Прозаро, КЭ	77,8±7,2	69,6–89,7	78,4±7,8	64,1–88,7
	В среднем	68,1±7,5	59,4–77,8	69,9±8,5	58,2–78,4
Азолы + МБК	Рекс Дуо, КС	76,5±12,6	63,7–92,4	67,9±14,8	49,3–85,4
Азолы + строби-лурины	Амистар Экстра, СК	66,1±11,1	56,3–86,5	60,6±15,7	37,6–80,4
	Чугур, СК	63,1±20,6	48,5–77,6	65,2±11,2	57,3–73,1
	В среднем	64,6±2,1	63,1–66,1	62,9±3,3	60,6–65,2
Трехкомпонентные					
Азолы	Титул Трио, ККР	75,4±5,8	71,3–79,5	79,4±1,1	78,6–80,1

Примечание – Приведены средние значения ± стандартное отклонение.

Протиоконазол, который является ингибитором диметилазы – наиболее «новый» азол из химической группы триазолинтионов, появившийся на рынке средств защиты растений в 2002 г. [2]. Среди всех триазолов протиоконазол выгодно отличается высокой биологической эффективностью в защите от фузариоза колоса. В исследованиях зарубежных авторов [10] наряду с высокой эффективностью ограничения развития болезни протиоконазол показал высокую эффективность по снижению содержания дезоксиниваленола в зерне.

Появление на рынке средств защиты растений стробилуринов стало очередной ступенькой в развитии защиты растений от болезней. С их появлением найдено экологически малоопасное средство в защите от комплекса болезней широкого спектра сельскохозяйственных культур. Основным недостатком этой группы фунгицидов является быстрое развитие к ним устойчивости у грибов [8]. Перспективным способом снижения риска возникновения резистентности у грибов к этим действующим веществам является применение их в смеси с триазолами, что, например, реализовано в составе таких препаратов как Амистар Экстра, СК и Чугур, СК. Как показывают полученные результаты, высокая эффективность азоксистробина и ципроконазола обеспечивает

хорошую защиту колоса яровой пшеницы от септориоза и фузариоза продолжительное время.

Анализ результатов многолетних исследований по ограничению развития болезней колоса яровой пшеницы показал высокую биологическую эффективность фунгицидов в защите как от септориоза, так и фузариоза. Наряду с тем, что грибы рода *Fusarium* не только снижают количество получаемой продукции, а также известны как продуценты биологически активных веществ – микотоксинов, представляющих значительную угрозу для здоровья при употреблении контаминированного зерна, идущего на пищевые и кормовые цели [1], необходимость проведения фунгицидных обработок с целью защиты колоса яровой пшеницы от болезней является обоснованной.

Заключение. Таким образом, анализ данных многолетних опытов по оценке биологической эффективности фунгицидов в ограничении развития болезней колоса яровой пшеницы показал, что в отношении септориоза колоса данный показатель составлял в среднем от 46,2 до 88,3 %, фузариоза колоса – от 46,0 до 79,4 % в зависимости от препарата и стадии проведения учетов.

Список литературы

1. Гагкаева, Т. Ю. Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 36–45.
2. Крупенько, Н. А. Классификация и механизм действия фунгицидов, применяемых на зерновых культурах в Беларуси : справочник / Н. А. Крупенько. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2023. – 47 с.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.
4. Организационно-технические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов // Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Бел. наука, 2012. – 288 с.
5. Практические рекомендации по диагностике, учету и защите пшеницы от бурой ржавчины, септориоза и мучнистой росы / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т фитопатологии ; сост.: С. С. Санин [и др.]. – М.: АгроНИИТЭИП, 1988. – 26 с.
6. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге [и др.]; под ред. Ю.М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ, 2004. – 183 с.
7. Радивон, В.А. Биологическое обоснование защиты ярового тритикале от болезней : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / В.А. Радивон. – Прилуки, 2022. – 123 л.
8. Тютерев, С. Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С. Л. Тютерев ; Всерос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.: Нива, 2010. – 172 с.
9. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений) : рекомендации / М-во сел. хоз-ва РФ ; подгот.: С. С. Санин [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2002. – 138 с.
10. Efficacy of triazole-based fungicides for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol control in wheat: a multivariate meta-analysis / P. A. Paul [et al.] // Phytopathology. – 2008. – Vol. 98. – p. 999–1011.

11. FRAC Code List 2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering) [Electronic resource] // FRAC Code List. – Mode of access: FRAC Code List. – Date of access: 25.04.2024.

E. I. Zhuk, A. N. Khalaev

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

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL EFFICACY OF FUNGICIDES FOR PROTECTION SPRING WHEAT AGAINST FUSARIUM HEAT BLIGHT AND GLUME BLOTCH

Summary. The data of long-term (2010–2023) evaluation of fungicides efficacy against *Fusarium* heat blight and glume blotch in the conditions of artificial inoculation are presented. Efficacy against glume blotch was 46,2–88,3 % on average, against *Fusarium* heat blight was 46,0–79,4 %.

Keywords: spring wheat, fungicides, glume blotch, *Fusarium* heat blight, biological efficacy.

В. В. Калачев, В. С. Комардина

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

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РЖАВЧИНЫ И СТЕМФИЛИОЗА В НАСАЖДЕНИЯХ ГРУШИ

Дата поступления статьи в редакцию: 21.06.2024

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

Аннотация. В результате двухлетних исследований установлено, что в промышленных садах, где проводится полный комплекс защитных мероприятий поражения груши ржавчиной не выявлено. В садах, где количество фунгицидных обработок минимальное или отсутствует, распространенность болезни достигает 38,1 % и 87,0 % соответственно. Пораженность основного растения-хозяина ржавчины можжевельника (*Juniperus* sp.), составляет 62,5–83,1 %. При благоприятных погодных условиях распространенность ржавчины достигала 87,0 %, при неблагоприятных – до 30,0 %.

Проведение обследований груши в промышленных садах в период вегетации показало повсеместное распространение стемфилиоза (бурой пятнистости) как в виде пятнистости листьев (2,6–17,3 %), так и в виде гнилей плодов (3,0–4,5 %).

Ключевые слова: груша, болезни, ржавчина, можжевельник, стемфилиоз, бурая пятнистость, развитие, распространенность.

Введение. Груша – ценная плодовая культура, которая по значению в производстве плодов находится на втором месте после яблони [1].

Лимитирующими факторами для получения качественного урожая плодов, являются относительно низкая устойчивость к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды, а также поражение комплексом вредных организмов, как аборигенных, так и инвазивных.

Изменения технологий возделывания культуры, такие как: использование клоновых подвоев, сортов иностранной селекции, уплотненная посадка, использование опорных конструкций, капельное орошение ведут к повышению урожайности культуры, однако способствуют и изменениям в структуре доминирования вредных организмов, а интродукция посадочного материала влечет за собой усиление вредоносности фитопатогенов, не имевших ранее экономического значения, в том числе бурой пятнистости и ржавчины груши.

В условиях Беларуси в период с 2008 по 2014 г. отмечались единичные признаки поражения листьев груши ржавчиной в основном в экстенсивных садах и частных садах граждан [2].

Возбудителями болезни являются грибы из рода *Gymnosporangium*, при этом доминирует *G. sabinae* (Dicks.), который является двух-хозяинным паразитом с двухгодичным циклом развития. Основное растение-хозяин – можжевельник, на котором грибок формирует половую

стадию, а промежуточное растение-хозяин – груша. Первые признаки появления ржавчины на листьях груши обнаруживаются в конце апреля – начале мая в виде мелких округлых оранжево-жёлтых пятен диаметром 0,5 мм. В дальнейшем они увеличиваются в размере, поражённая ткань листа вздувается. При интенсивном развитии болезни возможно поражение плодов [3].

Начиная с 2015 года в ряде стран Европы отмечались первые эпифитотии ржавчины: в Центральной России, Украине, Латвии, Молдове и в Беларуси.

В 2016 г. сотрудниками лаборатории защиты плодовых культур РУП «Институт защиты растений» в промышленных садах республики впервые отмечено поражение сортов груши иностранной селекции стемфилиозом или бурой пятнистостью [5].

Возбудителем болезни является гриб *Stemphylium vesicarium* (Wallf.), который поражает как листья груши в виде мелких красновато-коричневых пятен, впоследствии сливающихся и образующих крупные некрозы, так и плоды в виде гнили, проявляющейся как в период созревания плодов, так и в период хранения [6].

На протяжении 2019–2021 гг. усиливалась вредоносность ржавчины и стемфилиоза на груше, эпифитотии стали практически ежегодными [7].

Поскольку детальных исследований по изучению распространенности и развития болезни груши, в условиях Беларуси не проводилось, тема является актуальной.

Методика проведения исследований. Оценку фитосанитарного состояния насаждений груши проводили в 2022–2023 гг. путем маршрутных обследований в период от распускания почек до созревания плодов (май–сентябрь) промышленных садов и приусадебных участков в 5 областях республики: Витебской (РУП «Толочинский консервный завод»), Гомельской (РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция» НАН Беларуси), Минской (ГУ «Восход» и РУП «Институт плододоводства», РУП «Институт защиты растений» Минского района и СФХ «Клецкий» Клецкого района), Гродненской (СПК «Прогресс-Вертилишки») и Могилевской (только приусадебные участки).

Наблюдения за развитием стемфилиоза при хранении плодов осуществляли раз в месяц в плодохранилищах РУП «Институт плододоводства» и РУП «Толочинский консервный завод» на протяжении всего периода хранения (до 6 месяцев).

Стационарные наблюдения за развитием ржавчины груши проводили в опытном саду РУП «Институт защиты растений», за развитием стемфилиоза в промышленном саду РУП «Толочинский консервный завод».

В лабораторных условиях предметные стёкла из спороловушек микрофотографировали, определяли морфологию спор с помощью программного обеспечения Cell A.

Учеты распространенности и развития ржавчины и стеμφилиоза проводили систематически в течение всего вегетационного периода, не реже, чем через 14 дней. Для этого на площади сада 10 га по диагонали обследовали 10 деревьев одного сорта. На каждом дереве просматривали по 4 ветви с 4-х сторон дерева (по 25 листьев и плодов на каждой).

Развитие болезней определяли в баллах по соответствующим шкалам:

На листьях:

0 – Признаков поражения нет;

1 – Пятна мелкие занимают до 1 % поверхности листа;

2 – Пятна мелкие или среднего размера, занимают 1–10 % поверхности листа;

3 – Пятна крупные или же они мелкие, но их много, занимают 11–25 % поверхности листа;

4 – пятна крупные с темным налётом спороношения гриба, занимают 26–50 % поверхности листа;

5 – пятна занимают более 50 % поверхности листа.

На плодах:

0 – плоды здоровые;

1 – пятна на плодах редкие;

2 – пятна на плодах мелкие;

3 – пятна на плодах единичные (2–3), диаметром до 5 мм;

4 – пятна в значительном количестве, крупные (5–10 мм), сливающиеся;

5 – пятна многочисленные, крупные (10 мм и более);

Распространенность болезни вычисляли по формуле:

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

где P – распространенность (%); n – количество пораженных органов; N – общее количество учетных органов.

Развитие болезни вычисляли по формуле:

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

где R – развитие болезни (%); $\sum(a \times b)$ – сумма произведений числа пораженных органов на соответствующий балл поражения; N – общее количество учетных органов; K – высший балл поражения [8].

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведения маршрутных обследований 7 промышленных садов Минской, Гомельской, Гродненской и Витебской областей в 2022-2023 гг. было установлено, что в промышленных насаждениях груши, где проводятся интенсивные защитные мероприятия, ржавчина отсутствует, а в приусадебных садах болезнь отмечается повсеместно, за исключением юго-восточных регионов Могилевской (Краснопольский и Костюковичский районы) и Гомельской (Рогачевский район) областей (рисунок 1).

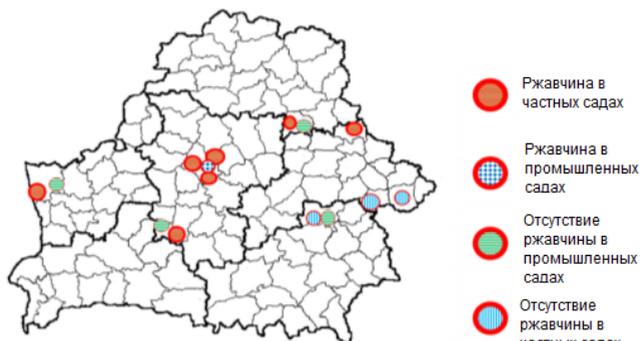


Рисунок 1. — Распространенность ржавчины в насаждениях груши республики. (маршрутные обследования, 2022–2023 гг.)

Поскольку основным растением-хозяином ржавчины груши является можжевельник, то при наступлении положительных температур в ранневесенний период проводили обследования декоративных посадок можжевельника в Минском районе (аг. Прилуки, аг. Щомыслица, аг. Самохваловичи). В результате установлено, что начало образования телетангиев отмечено в конце апреля (24.04.2022 г. и 26.04.2023 г.) при минимальной температуре воздуха выше 10,9 °С и относительной влажности воздуха выше 90,5 % (рисунок 2).



Рисунок 2. – Телиостадия грибов *Gymnosporangium* sp. на можжевельнике: а) на молодом побеге; б) на скелетных ветвях (фото Калачева В.В.)

В течение двухлетних наблюдений поражение вегетативных органов (побегов, скелетных ветвей и листьев) можжевельника было высоким и достигало 62,5–81,3 % (рисунок 3).

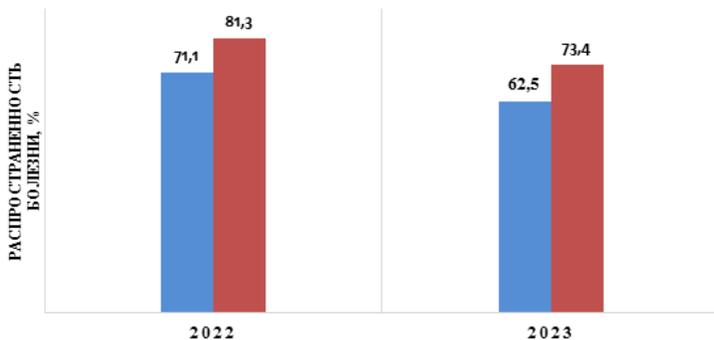


Рисунок 3. – Распространенность ржавчины в декоративных посадках можжевельника, Минский район.

В результате микроскопического анализа пораженных частей можжевельника было выявлено два вида телиоспор. Согласно ключу для определения ржавчинных грибов О. В. Митрофановой, эти виды определены как *G. sabinae* (Dicks.) Wint и *G. dobrozrakovae* O. V. MITROPHANOVA, при этом доминировал гриб *G. sabinae* в соотношении 3:1 (рисунок 4).

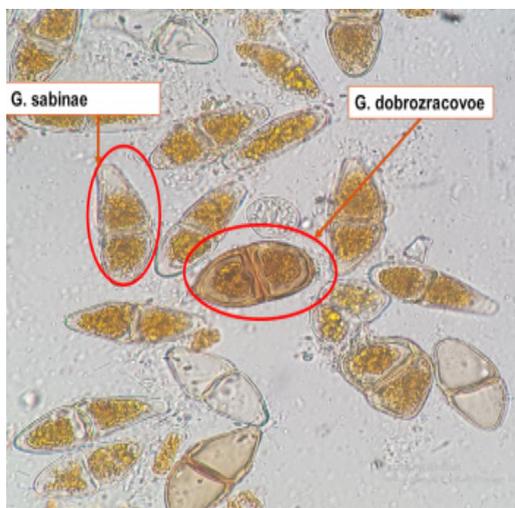


Рисунок 4. – Телиоспоры грибов рода *Gymnosporangium*, – возбудителей ржавчины груши (фото Калачева В.В)

В условиях 2022 года, проводились наблюдения за динамикой развития ржавчины на груше в садах Минского района: в промышленном саду ГП «Восход», опытном саду РУП «Институт защиты

растений» и в личных садах. В результате было установлено, что в промышленном саду Минской области, где проводились минимальные профилактические мероприятия (двухкратная обработка медьсодержащим фунгицидом Азофос 65 % п.с.) распространенность ржавчины на листьях не превысила 38,0 %, в опытном саду РУП «Институт защиты растений» без проведения фунгицидных обработок в текущем году составила 64,0–75,5 %, а в частных садах достигала 87 % (рисунок 5).

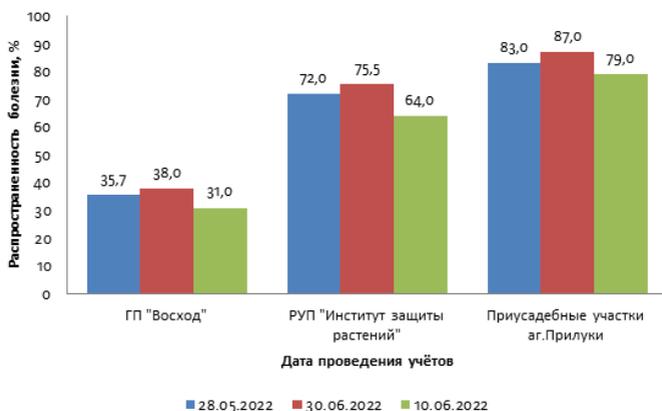


Рисунок 5 – Распространенность ржавчины в насаждениях груши

Наблюдения за развитием ржавчины на груше на стационарном участке опытного сада РУП «Институт защиты растений» показали, что первые признаки поражения листьев в условиях 2022 г. отмечены 28.05, в 2023 г. – 01.06. Максимальная температура воздуха в 2022 году в этот период составила 21,4 °С, относительная влажность воздуха – 99,9 %, сумма осадков 12,3 мм, а в 2023 году – 24,3 °С, 83,5 % и отсутствие осадков, соответственно.

В дальнейшем в благоприятных условиях 2022 года характеризующихся частыми осадками, развития болезни носило характер эксплозивной эпифитотии при распространенности до 75,5 %, а в засушливых условиях первой половины 2023 года развитие ржавчины было на депрессивно-умеренном уровне и колебалось от 3,1 % к концу первой половины вегетации до 18,0 % к концу вегетации при распространенности 12,0–30 %.

Таким образом, в промышленных садах, где проводится полный комплекс защитных мероприятий поражения груши ржавчиной не выявлено. В садах, где количество фунгицидных обработок минимальное или отсутствует, распространенность болезни достигает 38,1 % и 87,0 % соответственно. Основным источником инфекции для заражения груши являются растения можжевельника (*Juniperus* sp.), поражённость

которого за годы исследований составляла 62,5–83,1 %. Ржавчина на груше в 2022 году при благоприятных погодных условиях развивалась по типу взрывной эпифитотии, в неблагоприятных условиях 2023 года развитие было на депрессивно-умеренном уровне.

Обследования груши в 2023 г. в промышленных садах в период вегетации показало повсеместное распространение стемфилиоза (бурой пятнистости) как в виде пятнистости листьев, так и в виде гнилей плодов (рисунок 6).



Рисунок 6 – Симптомы стемфилиоза на листе груши(а), на плоде (б) и споры гриба *Stemphylium vesicarium* (с) (оригинальное фото авторов)

Бурая или стемфилиозная пятнистость отмечена в середине июля на листьях всех обследованных сортов, как белорусской (Лагодная, Духмяная и Просто Мария), так и зарубежной селекции (Паттен, Ника, Янтарная, Конференция). Развитие болезни в августе колебалось от депрессивного (2,6–2,9 %) на сортах белорусской селекции до умеренного (10,0–17,3 %) на сортах зарубежной селекции (рисунок 7).

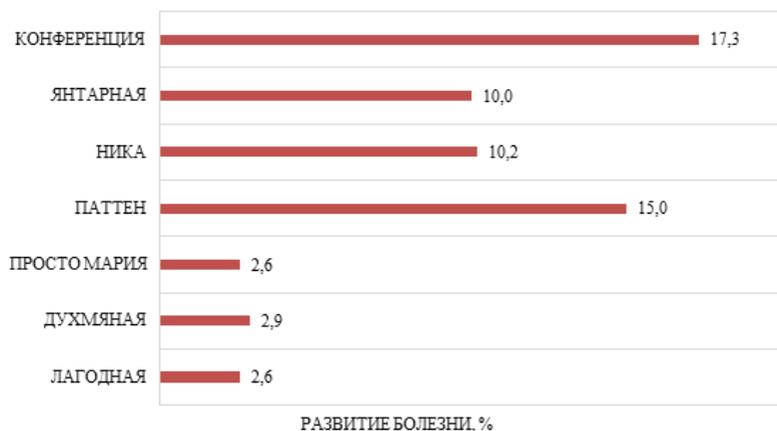


Рисунок 7 – Развитие бурой пятнистости на листьях в садах интенсивного типа (маршрутные обследования, 2022 г.)

Обследование плодохранилищ в зимний период показало, что поражение стемфилиозом плодов в виде гнили колеблется от 3,0 % в Минской области (РУП «Институт плодородства») до 4,5 % в Витебской области. Наиболее поражаемыми сортами являлись сорта зимнего срока созревания Конференция, Ника и Янтарная (рисунок 8).

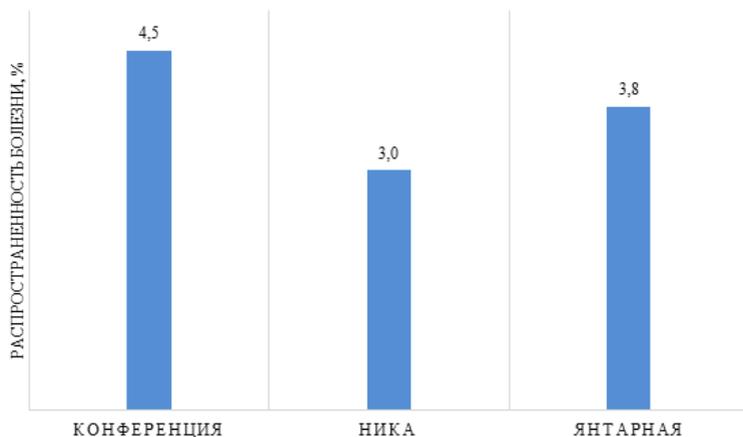


Рисунок 8 – Поражаемость плодов груши стемфилиозом в плодохранилищах, РУП «Толочинский консервный завод» Витебская область, РУП «Институт плодородства» Минская область, 2023 г.

Таким образом, в промышленных садах возрастает вредоносность стемфилиоза на груше. Распространенность болезни на листьях сортов белорусской селекции не превышает 2,9 %, а на листьях сортов иностранной селекции достигает 17,3 %. Также отмечается поражение плодов груши в период хранения, распространенность стемфилиозной гнили достигает 4,5 %.

Выводы. В результате проведения маршрутных обследований 7 промышленных садов Минской, Гомельской, Гродненской и Витебской областей в 2022–2023 г. установлено, что в промышленных насаждениях груши, где проводятся интенсивные защитные мероприятия, ржавчина отсутствует, а в садах с минимальным применением фунгицидов или же без применения, в том числе и в личных садах, болезнь отмечается повсеместно, за исключением юго-восточных регионов Могилевской области, при этом распространенность болезни достигает 38,1 % и 87,0 % соответственно.

Основным источником инфекции для заражения груши являются растения можжевельника (*Juniperus* sp.), пораженность которого за годы исследований составляла 62,5–83,1 %. Видовой состав возбудителей ржавчины представлен грибами *Gymnosporangium sabiniae* и *G. dobrozrakovae* в соотношении 3:1.

При погодных условиях одинаково благоприятных по температурным показателям, однако различающихся по влажности и количеству выпадающих осадков развитие болезни в 2022 году носило эпифитотийный характер (при распространенности до 75,5 %), а в 2023 году в условиях засухи мая-июня - депрессивно-умеренный (при распространенности до 30,0 %).

Повсеместно распространенной болезнью груши в промышленных садах является стемфилиоз или бурая пятнистость, развитие которой на листьях сортов белорусской селекции не превышает 2,9 %, а на листьях сортов иностранной селекции достигает 17,3 %, распространенность на плодах в период хранения колеблется от 3,0 % до 4,5 %.

Список литературы

1. Комардина, В. С. Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси / В. С. Комардина, Н. Е. Колтун, С. И. Ярчаковская // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1 (128). – С. 27–32.
2. Митрофанова, О. В. Ржавчина груши в Крыму: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 540 / О. В. Митрофанова ; Ин-т сел. хоз-тва СССР. – Л., 1968. – 24 с.
3. Комардина, В. С. Фитосанитарное состояние и структура доминирования патогенных микроорганизмов в молодых семечковых садах Беларуси / В. С. Комардина // Сб. науч. тр. гос. Никитского ботан. сада. – 2017. – Т. 2 (144). – С. 181–185.
4. Кондратёнок, Ю. Г. Ржавчина груши (*Gymnosporangium sabiniae* (Dicks) G. Winter) – опасная грибная болезнь / Ю. Г. Кондратёнок, О. А. Якимович, Т. Н. Марцинкевич // Плодоводство. – 2021. – Т. 33. – С. 205–210.
5. Калачев, В. В. Распространенность и видовой состав грибов-возбудителей стемфилиоза и ржавчины груши / В. В. Калачев, В. С. Комардина // Современные технологии с.-х. производства : сб. науч. ст. : Агрономия. Защита растений : по материалам XXVII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22 марта 2024 г. / Минсельхозпрод Республики Беларусь; УО «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно, 2024. – С. 117–119.
6. Quantitative Detection of Pear-Pathogenic *Stemphylium vesicarium* in Orchards [Electronic resource]. – Invasive Species Compendium. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/38076887_Quantitative_Detection_of_Pear-Pathogenic_Stemphylium_vesicarium_in_Orchards. – Date of access: 10.06.24.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорад, 2024. – 462.

V. V. Kalachev, V. S. Komardina

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

INCIDENCE OF RUST AND STEMPHYLIOSIS IN PEAR GARDEN

Annotation. As a result of two years of research, it was found that in industrial gardens where a full range of protective measures are carried out, rust damage to pears was not detected. In orchards where the number of fungicidal treatments is minimal or absent, the prevalence of the disease reaches 38.1 % and 87 %, respectively. The prevalence of the main host plant of juniper (*Juniperus* sp.) ranges from 62.5 to 83.1 %. Under favorable weather conditions, the development of rust is epiphytotic (prevalence of the disease is up to 87 %), under unfavorable weather conditions it is depressive-moderate (prevalence of the disease is up to 30 %).

Conducting surveys of pears in industrial gardens during the growing season showed the widespread distribution of stemphylliosis (brown spot) both in the form of leaf spot (2.6 - 17.3 %) and in the form of fruit rot (3-4.5 %).

Keywords: pear rust, pear stemphylliosis, brown spotting, disease development, pear plantations, disease spread.

М. В. Конопацкая, И. Г. Волчкевич

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

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL, 1923) BEHRENS

Дата поступления статьи в редакцию: 04.06.2024

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

Аннотация. В статье изложены результаты сравнительной оценки устойчивости селекционного материала картофеля к *Globodera rostochiensis* (Woll, 1923) Behrens по стандартной и оптимизированной методикам и стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1). Показано, что при сравнительной оценке селекционных гибридов по стандартной и оптимизированной методикам отмечалось совпадение результатов по степени устойчивости к золотистой картофельной нематоде в 86,7 % случаях, а по оптимизированной методике и стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) – в 80,0 % случаях.

Ключевые слова: картофель, селекционный материал, глободероустойчивость, золотистая картофельная нематода, *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens

Введение. Глободероз картофеля до сих пор остается одной из наиболее вредоносных и опасных болезней картофеля, который при сильном поражении растений может на 70–90 % снизить урожайность культуры [1, 6]. Возбудители данного заболевания – цистообразующие картофельные нематоды (ЦКН) из рода *Globodera*: золотистая картофельная нематода (ЗКН, *G. rostochiensis* (Woll, 1923) Behrens) и бледная картофельная нематода (*G. pallida* (Stone, 1977)), которые являются объектом международного карантинного контроля и включены в список А2 Европейской организации по защите растений [12].

Во всех странах, имеющих очаги цистообразующих картофельных нематод, основным экологически безопасным приемом защиты картофеля является возделывание нематодоустойчивых сортов. Селекционные достижения Беларуси в повышении устойчивости картофеля к *G. rostochiensis* значительны. Так, в настоящее время в «Государственном реестре сортов» насчитывается 179 сортов картофеля, среди них 35 нематодоустойчивых сортов отечественной селекции [2].

Оценка сортообразцов на устойчивость к ЗКН является неотъемлемым звеном селекционного процесса. В настоящее время в Беларуси испытания сортообразцов картофеля различного генетического происхождения на глободероустойчивость проводят в лабораторно-полевых

условиях согласно методическим рекомендациям «Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость...» (2001 г.) [10].

Однако селекционная работа в этом направлении осложняется тем, что существующие методы тестирования нематоустойчивости очень трудоемки. Так, оценка степени устойчивости сортообразцов картофеля проводится с использованием биологического тестирования, основанного на учете количества цист на корневой системе растений. В то же время этот метод продолжительный по времени, и его результаты зависят от физиологического состояния исследуемых растений и условий окружающей среды. Кроме того, испытание селекционного материала на восприимчивость к *G. rostochiensis* проводится с использованием высокой инвазионной нагрузки ЗКН паготип Ro1 7 тыс. яиц и личинок (или 25–35 цист) на 100 см³ почвы. Устойчивость образцов определяют через 10 недель после появления всходов, когда на корнях растений появляются золотисто-желтые самки нематоды [10].

Также, необходимо различать не только восприимчивость сортообразца, но и степень устойчивости. Градация устойчивости проводится на основании шкалы, утвержденной в международных стандартах ЕОКЗР РМ 3/68 (1) [11]. Согласно данной тест-процедуре степень устойчивости сортов картофеля к нематоду устанавливается на основании статистических расчетов и определения коэффициента различий восприимчивости стандартного восприимчивого клона и восприимчивости испытываемого сортообразца.

В связи с этим, целью наших исследований являлось усовершенствование метода оценки устойчивости селекционного материала картофеля к *G. rostochiensis* на основе оптимизации плотности инвазионной нагрузки нематоды в почве, сокращения сроков проведения испытаний и трудовых затрат, а также сравнительная оценка устойчивости гибридов картофеля по стандартной и оптимизированной методикам и стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1).

Материалы и методы. Для проведения сравнительной оценки устойчивости к ЗКН по стандартной, оптимизированной методиками и по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) в 2022 г. было проанализировано 7 сортообразцов картофеля с известной степенью устойчивости, в 2023 г. – 15 сортообразцов картофеля, в том числе 4 – с известной степенью устойчивости к глободерозу и 11 – с изучаемой. В качестве эталона использовался восприимчивый сорт Вольтман. Повторность опыта 3-кратная.

При оценке по стандартной методике использовалась нагрузка в 7 тыс. яиц и личинок (или 25–35 цист) на 100 см³ почвы, оценка проводилась в вегетационно-полевых условиях. Оптимизированная методика включает в себя сниженную нагрузку – 3 тыс. яиц и личинок (или 15–20 цист) на 100 см³ почвы, а также выполнение опытов в контролируемых лабораторных условиях (температура 22 °С, фотопериод: 16 ч света и 8 ч темноты, достаточный полив).

Учет образовавшихся на видимой части корневой системы золотисто-желтых цист был проведен через 8 недель по оптимизированной и через 10 – по стандартной методикам после посадки картофеля. В зависимости от степени поражения, образцы относились к различным группам устойчивости [10]:

- 1 группа – 0 цист на корневую систему – устойчивые;
- 2 группа – 1–5 цист на корневую систему – слабопоражаемые;
- 3 группа – свыше 5 цист на корневую систему – восприимчивые.

Для определения нематодоустойчивости по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) по окончании вегетации растений картофеля проводили экстракцию и подсчет цист отдельно для каждого изолированного сосуда. Количество цист определяли флотационным методом. В литровый стакан высыпали 100 см³ просеянной почвы, которую затем заливали водой. Полученную взвесь отстаивали в течение 3–5 минут, после чего верхний слой жидкости со всплывшими цистами и органическими частицами пропускали через фильтр с ячейками размером 200 мкм вложенный в воронку диаметром 10–15 см. Далее полученный фильтрат просматривали под бинокляром и считали общее количество цист [7, 8, 9].

После подсчета общего количества цист в изолированных сосудах, рассчитывали относительную восприимчивость (ОВ) сортообразцов по формуле [11]:

$$OB = \frac{Pf(\text{проверяемого})}{Pf(\text{эталонного})} \times 100\%,$$

ОВ – это относительная восприимчивость, %; *Pf(проверяемого)* – конечная инвазионная нагрузка изучаемого сорта; *Pf(эталонного)* – конечная инвазионная нагрузка эталонного восприимчивого сорта.

По результатам дана бальная оценка устойчивости сорта в соответствии со стандартом ЕОКЗР РМ 3/68 (1) (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры оценки глобдероустойчивости по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) [11]

Группа устойчивости	Относительная восприимчивость, %	Балл	Степень устойчивости
Устойчивые	<1	9	очень высокая
	1,1–3	8	высокая/очень высокая
	3,1–5	7	высокая
Слабопоражаемые	5,1–10	6	средняя/высокая
	10,1–15	5	средняя
	15,1–25	4	средняя/низкая
Восприимчивые	25,1–50	3	низкая
	50,1–100	2	низкая/очень низкая
	>100	1	очень низкая

Результаты исследований. Согласно литературным данным, испытание на глободероустойчивость считается достоверным, если корневая система восприимчивого эталонного растения поразится ЗКН в сильной степени.

Оценка корневой системы растений в период формирования нематодой золотисто-желтых цист показала, что на сортах картофеля Ласунак, Бриз и Юлия (восприимчивые к ЗКН) образовались золотисто-желтые цисты (во всех сортообразцах более 5 шт./растение), а сорта Нара, Водар, Скарб, и Уладар (устойчивые к ЗКН) – были свободны от инфекции (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная оценка стандартного и оптимизированного методов (РУП «Институт защиты растений»)

Сорт, гибрид	Год	Метод			
		стандартный	оптимизированный	стандартный	оптимизированный
		среднее количество цист на корневой системе*, цист/растение		глободероустойчивость	
Вольтман (эталон)	2022	13,3	35,7	восприимчивый	восприимчивый
	2023	8,8	29,5		
Ласунак	2022	24,0	109,7	восприимчивый	восприимчивый
	2023	36,1	54,8		
Бриз	2022	20,0	72,7	восприимчивый	восприимчивый
Юлия	2022	6,0	8,3	восприимчивый	восприимчивый
154023-96	2023	17,9	21,6	восприимчивый	восприимчивый
10255-8	2023	15,7	20,2	восприимчивый	восприимчивый
174149-32	2023	11,1	39,1	восприимчивый	восприимчивый
3765-19	2023	6,2	48,1	восприимчивый	восприимчивый
3668-1	2023	1,7	1,5	слабопоражаемый	слабопоражаемый
10049-85	2023	1,6	3,2	слабопоражаемый	слабопоражаемый
164080-3	2023	1,1	1,1	слабопоражаемый	слабопоражаемый
174138-19	2023	0,0	1,3	устойчивый	слабопоражаемый
189-18-1	2023	0,0	1,4	устойчивый	слабопоражаемый
Нара	2022	0,0	0,5	устойчивый	устойчивый
Водар	2022	0,0	0,0	устойчивый	устойчивый
Скарб	2022	0,0	0,7	устойчивый	устойчивый
	2023	0,0	0,0		
Уладар	2023	0,0	0,0	устойчивый	устойчивый
174109-8	2023	0,0	0,0	устойчивый	устойчивый
10049-80	2023	0,0	0,0	устойчивый	устойчивый

Примечание – «*» – учет проведен в желтую (золотистую) фазу развития ЗКН

Осмотр корней картофеля показал, что на оцениваемых гибридах образовались золотисто-желтые цисты ЗКН, по количеству которых изучаемые сортообразцы характеризовали как восприимчивые, слабопоражаемые или устойчивые. Так, при оценке по оптимизированной методике на корневой системе восприимчивых гибридов образовалось от 20,2 до 109,7 цист/растение, а по стандартной – от 6,2 до 36,1, на слабопоражаемых – соответственно от 1,1 до 3,2 и от 1,1 до 1,7 шт./растение. В то же время корневая система устойчивых гибридов была свободна от цист ЗКН, при проведении оценки по стандартной методике. Однако, при проведении оценки на глободероустойчивость по оптимизированной методике на двух сортообразцах (189-18-1 и 174138-19), которые по стандартной методике были отнесены к устойчивым, образовались золотисто-желтые цисты в количестве 1,3 и 1,4 шт./растение.

С целью определения конечной инвазионной нагрузки, через 12 недель после посадки картофеля в изолированные сосуды, был проведен анализ почвы, по результатам которого установлено, что итоговая популяция на эталонном сорте Вольтман составила 131,5 цист/растение, что позволило провести оценку исследуемых селекционных гибридов картофеля на устойчивость к ЗКН по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка глободероустойчивости гибридов картофеля по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) (РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Сорт, гибрид	Конечная инвазионная нагрузка, цист/растение	Относительная восприимчивость, %	Балл устойчивости	Глободероустойчивость
Вольтман (эталон)	131,5	–	–	восприимчивый
Ласунак	71,7	54,5	2	восприимчивый
Скарб	2,2	1,6	8	устойчивый
Уладар	3,0	2,3	8	устойчивый
3765-19	173,6	132,0	1	восприимчивый
174149-32	123,0	93,5	2	восприимчивый
154023-96	85,7	65,1	2	восприимчивый
10255-8	90,1	68,5	2	восприимчивый
164080-3	30,9	23,5	4	слабопоражаемый
3668-1	22,3	17,0	4	слабопоражаемый
174138-19	5,2	3,9	7	устойчивый
189-18-1	4,3	3,3	7	устойчивый
174109-8	3,7	2,8	8	устойчивый
10049-85	3,2	2,4	8	устойчивый
10049-80	3,1	2,4	8	устойчивый

Проведенная оценка сортов Ласунак, Уладар и Скарб с известной степенью устойчивости к ЗКН, подтвердила их глободероустойчивость по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1).

Оценка исследуемых селекционных гибридов картофеля на устойчивость к ЗКН по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) позволила определить, что четыре сортообразца (3765-19, 174149-32, 154023-96, 10255-8) относятся к восприимчивым, что соответствует их характеристике и по стандартной методике. Однако если сравнивать группы слабопоражаемых и устойчивых сортов, отмечается расхождение в окончательной оценке по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) и стандартной методике (таблица 4). Так, по стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) было выделено 2 слабопоражаемых гибрида и 5 устойчивых. В то же время, согласно стандартной методике к слабопоражаемым сортам относятся 3 сортообразцов, а к устойчивым – 4.

При сравнительной оценке устойчивости селекционных гибридов к глободерозу по стандартной и оптимизированной методикам отмечалось совпадение результатов по 13 сортообразцам из 15 проанализированных (86,7 % случаев). Также, установлено, что при сравнительной оценке селекционных гибридов по оптимизированной методике и стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) отмечалось совпадение результатов по степени устойчивости к ЗКН (патотип Ro 1) по 12 сортообразцам из 15 оцениваемых (80,0 % случаев).

Таблица 4 – Характеристика глободероустойчивости гибридов и сортов картофеля по различным методикам (РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Сорт, гибрид	Глободероустойчивость по методикам		
	стандартная	оптимизированная	стандарт ЕОКЗР РМ 3/68 (1)
Вольтман	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
Ласунак	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
Скарб	устойчивый	устойчивый	устойчивый
Уладар	устойчивый	устойчивый	устойчивый
3765-19	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
10255-8	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
174149-32	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
154023-96	восприимчивый	восприимчивый	восприимчивый
164080-3	слабопоражаемый	слабопоражаемый	слабопоражаемый
3668-1	слабопоражаемый	слабопоражаемый	слабопоражаемый
10049-85	слабопоражаемый	слабопоражаемый	устойчивый
174138-19	устойчивый	слабопоражаемый	устойчивый
189-18-1	устойчивый	слабопоражаемый	устойчивый
174109-8	устойчивый	устойчивый	устойчивый
10049-80	устойчивый	устойчивый	устойчивый

Такое расхождение по степени устойчивости можно объяснить тем, что параметры оценочной шкалы, используемые в настоящее время, отражают сущность реакции сверхчувствительности к внедрению нематод, которая контролируется доминантными генами, но фенотипически проявляется медленно [3, 5]. Замедление реакции сверхчувствительности может быть связано с условиями развития растений картофеля, с неравномерностью внедрения фитогельминта и другими факторами [3, 10]. Кроме того, шкала, используемая в оптимизированном методе, очень жесткая и сортообразцы картофеля из 2-ой группы (слабопоражаемые) включаются в реестр как восприимчивые, хотя многие гибриды в ходе проведения биотеста могут образовывать только единичные цисты [4, 5], например, у гибридов 174138-19 и 189-18-1, на корневой системе образовалось в среднем соответственно только 1,3 и 1,4 цисты/растение, то есть реакция сверхчувствительности еще не до конца закрепились на фенотипическом уровне и в последствии они могут вести себя как устойчивые.

Таким образом, полученные данные по иммунологической оценке сортообразцов картофеля дают возможность использовать усовершенствованную оптимизированную методику для проверки исходного селекционного материала на глободероустойчивость.

Заключение. В 2022–2023 гг. определено, что на корневой системе восприимчивых сортообразцов образовались золотисто-желтые цисты глободеры в количестве от 6,2 до 109,7 цист/растение, слабопоражаемых – от 1,1 до 3,2 цист/растение, а устойчивые сортообразцы – свободны от инфекции.

Установлено, что при сравнительной оценке селекционных гибридов по стандартной и оптимизированной методикам отмечалось совпадение результатов по степени устойчивости к ЗКН в 86,7 % случаях, а по оптимизированной методике и стандарту ЕОКЗР РМ 3/68 (1) – в 80,0 % случаях.

Таким образом, на основании проведенных исследований усовершенствован метод оценки устойчивости селекционного материала к ЗКН, который включает в себя использование инвазионной нагрузки в количестве не менее 3 тыс. яиц и личинок на 100 см³ почвы, проведение предварительного испытания сортообразцов на глободероустойчивость второго года в зимний период в контролируемых климатических условиях, что позволяет снизить плотность инвазионной нагрузки в 2,5 раза, сократить сроки проведения испытаний на 1 год и перераспределить трудовые затраты в течении календарного года в сравнении со стандартной методикой.

Список литературы.

1. Ананьева, И. Н. Видовая идентификация, патотипический состав *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и устойчивость картофеля к глободерозу: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / И. Н. Ананьева; РНДУП «Ин-т защиты растений НАН Беларуси». – п. Прилуки, Минский р-н, 2005. – 20 с.
2. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс] / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В.А. Бейня. – Минск : [б. и.], 2023. – 300 с. – Режим доступа: <http://sorttest.by/reg/registry.php>. – Дата доступа: 8.11.2023.
3. Жукова, М. И. Изменчивость глободероустойчивости сортов картофеля / М. И. Жукова, Н. В. Павлючук, О. Н. Зубкевич // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 18. – С. 68–77.
4. Жукова, М. И. Современные проблемы и перспективы их преодоления при оценке устойчивости сортообразцов картофеля к глободерозу / М. И. Жукова, О. Н. Зубкевич, Н. Ю. Проскуренко // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Невиж, 2008. – Вып. 32. – С. 159–171.
5. Как оценивать устойчивость картофеля к *Globodera rostochiensis*? Российскую шкалу пора привести в соответствие с европейской / Е. А. Симмаков [и др.]. // Защита и карантин растений. – 2009. – № 1. – С. 28–29.
6. Лиманцева, Л. А. Золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* в Северо-западном регионе РФ: состав популяции, источники и доноры устойчивости: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Л. А. Лиманцева; ГНУ ВИР. – СПб, 2010. – 21 с.
7. Матвеева, М. А. Методические указания по выявлению цист картофельной нематоды в растительных материалах и в почве / М. А. Матвеева, Т. Н. Якубович, Л. С. Дроздов. – М. : «Колос», 1972. – 16 с.
8. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens) и бледной картофельной нематоды (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) / А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Колорград, 2017. – 24 с.
9. Методические указания по проведению регистрационных испытаний нематодидов для защиты картофеля от стеблевой (*Ditylenchus* spp.) и цистообразующих (*Globodera* spp.) нематод / М. В. Конопацкая [и др.]; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2020. – 22 с.
10. Методические указания по оценке устойчивости льна к фузариозному увяданию, антракнозу и пасмо. Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость к раку и глободерозу на совмещенном и раздельном фонах : метод. материал / БелНИИ защиты растений; сост.: Д. Е. Портянкин, Б. С. Толкачев. – Минск : [б. и.], 2001. – 24 с.
11. Тестирование сортов картофеля для оценки их устойчивости к *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida* [Электронный ресурс] // ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Режим доступа: [https://ggiskzr.by/doc/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/Eppo_PM_3-68\(1\)_ru.pdf](https://ggiskzr.by/doc/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/Eppo_PM_3-68(1)_ru.pdf) – Дата доступа: 11.02.2024.
12. EPPO A1 List of pests recommended for regulation as quarantine pests [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A1_list/ – Date of access: 11.02.2021.

M. V. Konopatskaya, I. G. Volchkevich

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

**COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR
EVALUATING POTATO BREEDING MATERIAL FOR
RESISTANCE TO *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS*
(WOLL, 1923) BEHRENS**

Annotation. The article presents the results of a comparative assessment of the resistance of potato breeding material to *Globodera rostochiensis* (Woll, 1923) Behrens using standard and optimized methods and EPPO standard PM 3/68 (1). It was shown that in a comparative assessment of breeding hybrids using standard and optimized methods, there was a coincidence of results on the degree of resistance to *G. rostochiensis* in 86.7 % of cases, and according to the optimized method and EPPO standard PM 3/68 (1) – in 80.0 % cases.

Key words: potato, breeding material, resistance to *Globodera rostochiensis*, golden potato nematode, *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.

Н. В. Лешкевич, Е. О. Сеньковский, А. А. Запрудский
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ В ПОСЕВАХ СОИ СОРТА ПРИПЯТЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.08.2024

Рецензент: канд. с.-х. наук Пилат Т.Г.

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинга фитопатологического состояния посевов сои, возделываемой на опытном поле РУП «Институт защиты растений», где было установлено поражение растений комплексом болезней, основными из которых были фузариоз (*Neocosmospora solani* (Mart.), *Fusarium oxysporum* Schldtl, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc), аскохитоз (*Phoma sojaicola* (Abramov) Kővics, Gruyter & Aa.), септориоз (*Septoria glycines* Hemmi), церкоспороз (*Cercospora sojina* Nara), альтернариоз (грибы рода *Alternaria*). Было выявлено, что в условиях 2021 г. доминирующей болезнью являлся фузариоз с развитием 26,2 %, в 2023 г. – альтернариоз со степенью поражения 33,6 %.

Ключевые слова: соя, развитие, степень поражения, болезни, церкоспороз, септориоз, альтернариоз, фузариоз, аскохитоз.

Введение. Соя – культура, которая является одновременно продовольственной, технической и кормовой [1, 6]. Она широко возделывается более чем в 60 странах на всех континентах. Широко используется в производстве продуктов питания и кормов в качестве источника белков, углеводов и масел [4]. Продукты переработки культуры являются высокоэффективными кормовыми компонентами с высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот. Белок отличается высокой усвояемостью и растворимостью в воде. Основным белком семян сои является глицинин, а аминокислотами, которые определяют кормовую ценность – лизин, метионин, триптофан [2, 5]. Соевое зерно и продукты его переработки широко используются для кормления птицы и сельскохозяйственных животных. К важным аспектам расширения посевов сои относится то, что она является хорошим предшественником для зерновых благодаря своей способности к фиксации атмосферного азота, что способствует повышению урожайности следующих в севообороте культур на 3–5 ц/га [5].

Республика Беларусь ежегодно закупает около миллиона тонн соевого жмыха и шрота из-за недостаточного собственного производства белкового сырья. Решением данной проблемы является расширение

площадей посевов сои в Беларуси. К примеру, если в 2014 г. посевные площади культуры составляли около 5 тыс. га, в 2015 г. – чуть более 2,5 тыс., а 2019–2020 гг. – на уровне 1,6–2,2 тыс. га, то в 2022 г. отмечено увеличение посевных площадей до 5,8 тыс. га, в 2023 г. – 6,1 тыс. га [3]. Опыт передовых хозяйств свидетельствует, что в благоприятные годы урожайность сои в Беларуси достигает 25–30 ц/га. Затраты на возделывание окупаются уже при получении 11–13 ц/га, а при достижении уровня урожайности 20 ц/га соя становится высококорентабельной культурой [3].

Однако получение высоких и стабильных урожаев сои лимитируется рядом факторов, одним из которых является поражение комплексом болезней, снижающих не только валовые объемы, но и качество продукции.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2021 и 2023 гг. в посевах сои раннеспелого сорта Припять в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений». Размер опытной делянки – 15 м², повторность – четырехкратная. Агротехника общепринятая для Центральной агроклиматической зоны. При проведении учетов на пораженность сои болезнями пользовались общепринятыми в фитопатологии методиками [7].

Степень поражения (R) определяли по формуле:

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

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

Стадии развития сои приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [8].

Погодные условия вегетационных сезонов 2021 и 2023 гг. представлены на рисунках 1 и 2.

Среднесуточная температура воздуха в мае 2021 г. была ниже обычного на 1,1 °С с неравномерным выпадением осадков. В начале первой декады отмечались ночные заморозки до –2 °С. Первая и вторая декады характеризовались избытком выпадения осадков – 154,5–308,7 % от нормы, в третьей декаде наблюдался дефицит – 43,2 % от нормы. В июне отмечен повышенный температурный режим с недостаточным выпадением осадков. Так, температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 3,9 °С, а количество выпавших осадков составило 68,2 %.

В июле установилась жаркая погода (на 4,6 °С выше нормы) при удовлетворительном выпадении осадков (83,8 % от нормы).

Температура воздуха в первой декаде августа была на 2,8 °С ниже среднемноголетней, во второй и третьей – на 1,2–3,1 °С выше. Количество выпавших осадков составило 92,6 % от нормы (рисунок 1).

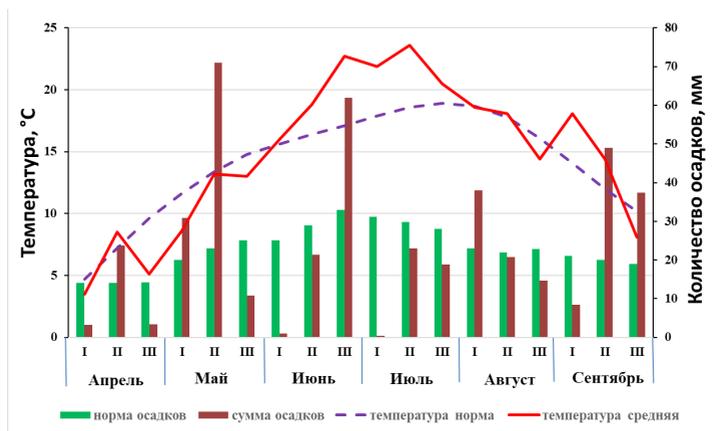


Рисунок 1. – Метеорологические данные периода апреля–сентября 2021 г. (метеостанция г. Минск)

Условия вегетационного сезона 2023 г. характеризовались неравномерным распределением гидротермических ресурсов. Средняя температура воздуха в мае составила +13,3 °С, что соответствовало климатической норме. Начало месяца было холодным (температура воздуха на 3,1 °С ниже нормы). Во второй и третьей декадах температура воздуха превышала среднемноголетние данные, на 1,9 и 1,4 °С. В течение месяца наблюдался дефицит осадков – 10,5 % от нормы.

Средняя температура воздуха летних месяцев была на 1,1–3,1 °С выше климатической нормы. Температура первой декады июня была на уровне среднемноголетних значений, во второй и третьей декадах – превышала их на 3,5 и 2,5 °С соответственно. До конца второй декады июня осадков практически не наблюдалось. Прошедшие в конце месяца дожди несколько улучшили влагообеспеченность посевов.

Температурный режим первых двух декад июля был на уровне среднемноголетних показателей, в третьей – превышал их на 1,1 °С. Сумма выпавших осадков в первой декаде составила 35,0 % от нормы, во второй и третьей – 32,7 и 137,9 %, соответственно.

Среднесуточная температура первой декады августа была на уровне средних многолетних значений, обильные осадки составили 369,6 % от нормы. Со второй декады установилась жаркая и сухая погода с превышением среднемноголетних температурных показателей на 5,8 °С во второй и 3,3 °С в третьей декадах (рисунок 2).



Рисунок 2. – Метеорологические данные периода апреля–сентября 2023 г. (метеостанция г. Минск)

Результаты исследований и их обсуждение. Мониторинг посевов сои в 2021 и 2023 гг. показал их поражение комплексом болезней. В 2021 г. в посевах сорта Припять, было установлено поражение культуры возбудителями фузариоза (*Neocosmospora solani* (Mart.), *Fusarium oxysporum* Schltdl, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc), аскохитоза (*Phoma sojicola* (Abramov) Kövics, Gruyter & Aa.), септориоза (*Septoria glycines* Hemmi) и церкоспороза (*Cercospora sojina* Hara) [9]. При обследовании в 2023 г. в посевах сои сорта Припять отмечено наличие как ранее встречавшихся фитопатогенов, так и возбудителей альтернариоза (грибы рода *Alternaria*).

По данным литературных источников заражение сои фузариозом происходит при температуре от 10 до 20 °C и влажности почвы от 20 до 100 % [10]. В 2021 г. первые симптомы поражения сои сорта Припять болезнями отмечены со стадии 30 (ветвление) 1 июля, чему способствовали погодные условия 3-ей декады июня, которые характеризовались температурным фоном выше многолетней нормы и большим количеством осадков, что способствовало интенсивному заражению растений. Степень поражения возбудителями фузариоза к стадии 30 составила 11,1 %, а к стадии 75 (около 50 % бобов достигли конечной длины) достигла умеренного уровня течения болезни 26,2 % (рисунок 3).

Поражение культуры аскохитозом в период вегетации носило депрессивный характер. Первые признаки поражения на уровне 2,5 % отмечены к стадии 30, на что повлияло наличие капельно-жидкой влаги, однако, болезнь так и осталась на депрессивном уровне развития, которое к стадии формирования плодов не превышало 8,6 %. Это связано с

неблагоприятными условиями для развития патогена (повышенная температура воздуха) (рисунок 3).

Первые признаки септориоза в вегетационном сезоне 2021 г. отмечены к стадии 30, чему способствовали выпавшие осадки в третьей декаде июня, которые превышали норму в 2 раза и температура воздуха 22,7 °С, что является оптимальным для развития гриба *Septoria glycines* Nemmi. Дальнейшее развитие септориоза не имело высокой интенсивности, лишь ко второй декаде августа отмечен рост поражения растений септориозом, что связано с осадками, которые выпадали более интенсивно в первой декаде августа. Однако, развитие болезни к стадии 75 не превышало 17,5 %, что связано с недостаточным увлажнением и периодичностью выпадения осадков (рисунок 3).

Церкоспороз в посевах сои проявляется при температуре 25–30 °С и относительной влажности 90,0 %, а при неблагоприятных условиях носит спорадический характер, что и было отмечено в 2021 г., степень поражения растений сои болезнью в период вегетации не превышала 5,6 % (рисунок 3).

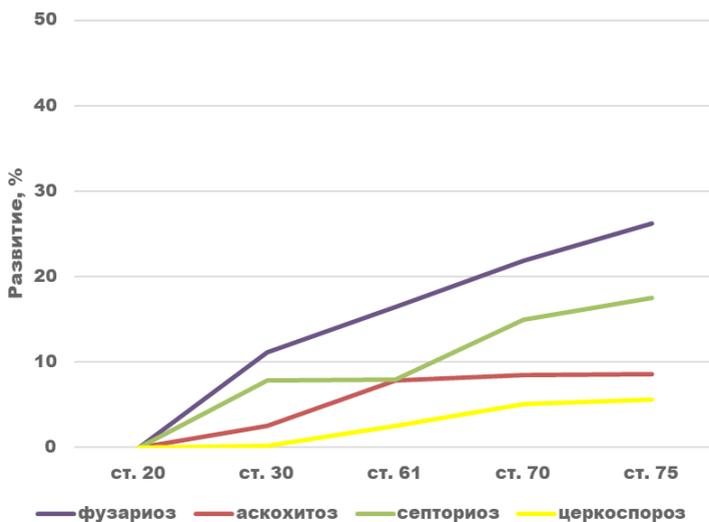


Рисунок 3. – Динамика развития болезней в посевах сои сорта Припять в 2021 г. (РУП «Институт защиты растений»)

Суммарное поражение сои сорта Припять болезнями в 2021 г. составило 57,9 %.

Проведенный анализ развития болезней в посевах сои в 2023 г. показал, что первичное поражение отмечено только к ст. 73 (около 30 % бобов достигли конечной длины) из-за неблагоприятно сложившихся

погодных условий, которые характеризовались продолжительной засухой. При обобщении показателей по суммарному индексу развитие болезней в 2023 г. составило 47,6 %.

Максимальное поражение сорта Припять альтернариозом (33,6 %) отмечено к стадии созревания (рисунок 4). К этому периоду (август) отмечено повышение температурного режима (выше среднегодовой нормы на 2,7 °С) и количества осадков (которые были выше климатической нормы в 1,4 раза и составили 96,6 мм, при норме 67,9 мм). Эти данные подтверждаются литературными, где отмечено, что при повышении температуры воздуха до 22,0 °С и выше, интенсивность развития альтернариоза сои увеличивается [11].

Развитие церкоспороза в посевах сои не превышало 7,2 %, что было характерно для развития церкоспороза. Оптимальными условиями для его распространения являются температуры в диапазоне 25–30 °С и относительная влажность 90,0 %. Хотя температурный период и был благоприятен для развития *Cercospora sojina* Hara, но количество выпадающих осадков было неравномерным, что и повлияло на невысокий уровень развития болезни в посевах сои (рисунок 4).

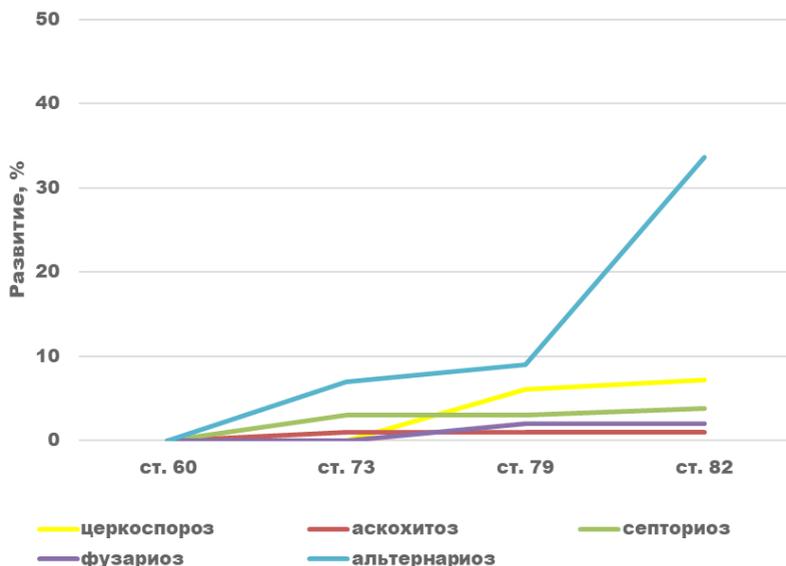


Рисунок 4. – Динамика развития болезней в посевах сои сорта Припять в 2023 г. (РУП «Институт защиты растений»)

Теплая, влажная погода благоприятствует инфицированию сои септориозом и развитию болезни. Патоген развивается в диапазоне тем-

ператур от 15 до 30 °С, при этом оптимальными являются температура 26–28 °С и относительная влажность воздуха – 90,0 %. Распространение септориоза ограничивает засушливая погода, что и было отмечено в условиях 2023 года. Первые признаки поражения культуры отмечены в стадию 73 (около 30 % бобов достигли конечной длины) и к стадии 82 (созрело около 20 % бобов). Степень поражения растений болезнью была на депрессивном уровне – 3,8 % (рисунок 4).

Так же в условиях вегетационного периода 2023 г. в посевах культуры встречались фузариоз и аскохитоз. Первые признаки поражения аскохитозом были отмечены, как и септориозом в стадии около 30 % бобов достигли конечной длины, но развитие не превышало 1,0 %, так и не получив дальнейшего интенсивного распространения в посевах культуры из-за жарких погодных условий, поскольку для развития аскохитоза оптимальными условиями являются холодная и влажная погода. Поражение сои фузариозом было отмечено к стадии 79 (90 % бобов достигли конечной длины) на уровне 2,0 %, сохранившись с такой интенсивностью к периоду созревания культуры (рисунок 4).

Заключение. Проведенный анализ фитопатологической ситуации в посевах сои в 2021 и 2023 гг. показал, что поражение культуры зависит от погодных условий. Отмечено, что в 2021 г. сорт Припять поражался фузариозом, аскохитозом, септориозом и церкоспорозом. Наибольшее поражение отмечено фузариозом – 26,2 %, что соответствует умеренному уровню развития в то время как поражение другими болезнями оставалось на депрессивном уровне. Суммарное развитие болезней в посевах сорта Припять в 2021 г. составило 57,9 %. В 2023 г. культура поражалась церкоспорозом, аскохитозом, септориозом, фузариозом и альтернариозом. Наибольшая степень поражения сои отмечена альтернариозом на умеренном уровне развития (33,6 %), остальные болезни оставались на депрессивном уровне. Суммарное развитие болезней в посевах сорта Припять в 2023 г. составило 47,6 %.

Список литературы

1. Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В. М. Лукомец [и др.] // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур им. В. С. Пустовойта. – 2007. – Вып. 1 (136). – С. 66–75.
2. Основные болезни на посевах сои / Т. Х. Резвицкий [и др.] // The scientific heritage. – 2021. – № 59. – С. 6–8.
3. Халецкий, В. Н. Усовершенствованная технология возделывания сои в Республике Беларусь / В. Н. Халецкий, Я. В. Максимович, Л. Н. Лученок // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1: приложение. – С. 37–40.
4. Mycotoxins in Cereal and Soybean-Based Food and Feed [Electronic resource] // CHAPTER METRICS OVERVIEW. – Mode of access: <https://www.intechopen.com/chapters/42603> – Date of access: 29.01.2024.
5. Левкина, О. Оптимизация параметров производства сои в Республике Беларусь / О. Левкина, В. Васильев // Аграр. экономика. – 2018. – № 6. – С. 46–50.

6. Безмутко, С. В. Оценка эффективности применения новых протравителей фунгицидного действия для защиты сои от основных грибных фитопатогенов / С. В. Безмутко, И. А. Кожевникова // Аграр. наука. – № 2. – С. 165–168.

7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. С. Ф. Буги. – Несвиж : Несвиж. крупн.тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.

8. Meier, U. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / U. Meier ; Ed. by U. Meier. – 2 Edition. – Berlin and Braunschweig: BBA, 2001. – 158 p.

9. Mycobank Database [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/> – Date of access: 24.01.2024.

10. Hui Yan Effects of Soil Type, Temperature, and Moisture on Development of Fusarium Root Rot of Soybean by *Fusarium solani* (FSSC 11) and *Fusarium tricinctum* / Hui Yan, Berlin Nelson Jr. // Plant Disease. – 2022. – Vol. 106, № 11. – P. 2974–2983.

11. Impact of weather parameters on *Alternaria* leaf spot of soybean incited by *Alternaria alternata* // R. K. Fagodiya [et al.] // Scientific Reports. – 2022. – Vol. 12, iss. 1. – P. 1–10.

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

DYNAMICS OF DISEASE DEVELOPMENT IN SOYBEAN CROPS OF THE PRIPYAT VARIETY

Annotation. The article presents the results of monitoring the phytopathological state of soybean crops cultivated in the experimental field of the Republican Unitary Enterprise “Institute of Plant Protection”, where it was established that plants were affected by a complex of diseases, the main of which were fusarium (*Neocosmospora solani* (Mart.), *Fusarium oxysporum* Schltdl, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc), ascochyta blight (*Phoma sojicola* (Abramov) Kövics, Gruyter & Aa.), septoria blight (*Septoria glycines* Hemmi), cercospora blight (*Cercospora sojina* Hara), alternaria blight (fungi of the genus *Alternaria*). It was revealed that in the conditions of 2021, the dominant disease was fusarium with a development rate of 26,2 %, in 2023 – alternaria with a degree of damage of 33,6 %.

Key words: soybean, development, degree of damage, diseases, cercospora blight, septoria blight, alternaria blight, fusarium blight, ascochyta blight.

Н. И. Мелешко

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ОТ СЕРОЙ ГНИЛИ

Дата поступления статьи в редакцию: 18.06.2024

Рецензент: канд. с.-х. наук Жук Е.И.

Аннотация. Приводятся двухлетние данные по биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов из различных химических групп в защите земляники садовой от серой гнили. В полевых опытах снижение пораженности ягод при применении моно- и двухкомпонентных препаратов составило от 53,0 до 70,9 %, что позволило сохранить до 26,4 ц/га урожая в зависимости от года исследований.

Ключевые слова: земляника садовая, серая гниль, фунгицид, биологическая эффективность, урожайность.

Введение. В республике Беларусь на садовой землянике выявлено более 10 заболеваний, одной из самых распространённых и вредоносных является серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), возбудитель которой поражает листья, цветки, цветоносы, завязи. Наибольшей вредоносности болезнь достигает обычно в период созревания ягод. Потери урожая ежегодно составляют 10–20 %, а в годы с обильным выпадением осадков могут достигать 80 %. Во время транспортировки и хранения болезнь также может распространяться и приводить к значительным потерям [1, 2].

Первые признаки серой гнили обычно появляются в период бутонизации и цветения. При высокой влажности на цветоносах, цветках, зеленых завязях возникают бурые мокнувшие пятна. Пораженные части растений буреют и засыхают. Во влажную погоду ранней весной и осенью серая гниль поражает и листья. На краях листовой пластинки образуются буровато-сероватые, иногда темные расплывчатые пятна, на которых появляется серый налёт. В сухие годы болезнь проявляется только на ягодах: вначале в виде небольших размягченных пятен, которые быстро увеличиваются. Затем ягода покрывается серым войлочным налётом и постепенно засыхает (мумифицируется). Этот налёт представляет собой конидиальное спороношение гриба. При высокой влажности воздуха конидии развиваются в массовом количестве, легко разносятся ветром и каплями дождя и вызывают повторные заражения. Зимует гриб в форме мицелия и склероциев, которые формируются на

пушистой грибнице. Весной склероции покрываются конидиальным налётом, и конидии осуществляют первичное заражение [1, 2].

До 2022 года в республике было зарегистрировано только 3 фунгицида, разрешенных для применения в насаждениях земляники садовой [3]. Учитывая ограниченный перечень средств защиты от серой гнили и появление на рынке фунгицидов с новыми более эффективными действующими веществами возникла необходимость в расширении ассортимента препаратов.

Цель исследований - оценить эффективность моно- и двухкомпонентных фунгицидов из различных химических групп против *Botrytis cinerea* в насаждениях земляники садовой.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили на промышленной плантации земляники садовой сорта Вима Занта в КХ «Антей–сад» Мядельского района Минской области в 2021–2022 гг. Площадь учётной делянки – 10 м², расположение рендомизированное, повторность 4–кратная [4]. В полевых мелкоделяночных опытах оценивали биологическую и хозяйственную эффективность фунгицидов Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг) с нормой расхода 1,0 л/га, Хорус, ВДГ (ципродинил, 750 г/кг) с нормой расхода 0,7 кг/га, Луна Транквилити, КС (флуопирам, 125 г/л + пириметанил, 375 г/л) – 0,8 и 1,0 л/га и Миравис Прайм, СК (пидифлуметофен, 150 г/л + флудиоксонил, 250 г/л) – 0,8 и 1,0 л/га. В схему опытов также был включен вариант без применения средств защиты (контроль).

Обработку фунгицидами проводили с использованием ранцевого аккумуляторного опрыскивателя CHAMPION SA 12. Фунгициды Хорус, ВДГ, Луна Транквилити, КС и Миравис Прайм, СК применяли 1–кратно до цветения земляники садовой (ст. 60 по шкале ВВСН), фунгицид Свитч, ВДГ – 2-кратно: до цветения (ст. 60 по шкале ВВСН) и в начале созревания плодов (ст. 81 по шкале ВВСН).

Оценку эффективности фунгицидов в защите земляники садовой от *B. cinerea* 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 [5].

Результаты и их обсуждение. Погодные условия мая месяца в 2021–2022 гг. характеризовались неустойчивой и прохладной погодой, но в целом не повлияли на рост и развитие земляники садовой. Первая обработка фунгицидами на всех опытных вариантах проведена до цветения культуры: 27.05.2021 г. и 03.06.2022 г.

Первая декада июня в годы исследований отметилась прохладной погодой. В 2021 году середина и конец июня были теплыми

(среднемесячная температура составила $+20,7^{\circ}\text{C}$) и развитие земляники проходило быстрее, чем в 2022 году, когда температурные показатели были на 2°C ниже нормы. Вторая обработка фунгицидом Свитч, ВДГ проведена в начале созревания ягод – 18.06. 2021 г. и 29.06.2022 г. По влажности воздуха оба года были сходными. Осадки выпадали неравномерно: в первых декадах июня было сухо, во вторых - в пределах нормы, а в третьих – количество в 4 и 2 раза превысило многолетние значения, что способствовало интенсивному развитию серой гнили, которая проявилась в период созревания ягод (рисунок 1).

В 2021 году рост и начало созревания ягод отмечен 18.06, а в 2022 году – 29.06. В период сбора урожая установилась теплая и жаркая погода – средние за третью декаду температуры превысили норму на $2,5^{\circ}$, днём воздух прогревался до $+30...+32^{\circ}\text{C}$. Это способствовало быстрому созреванию ягод, в результате было проведено по 2 сбора урожая ягод: первый - 25.06.2021 г. и 04.07.2022 г.; второй - 02.07.2021 г. и 11.07.2022 г.

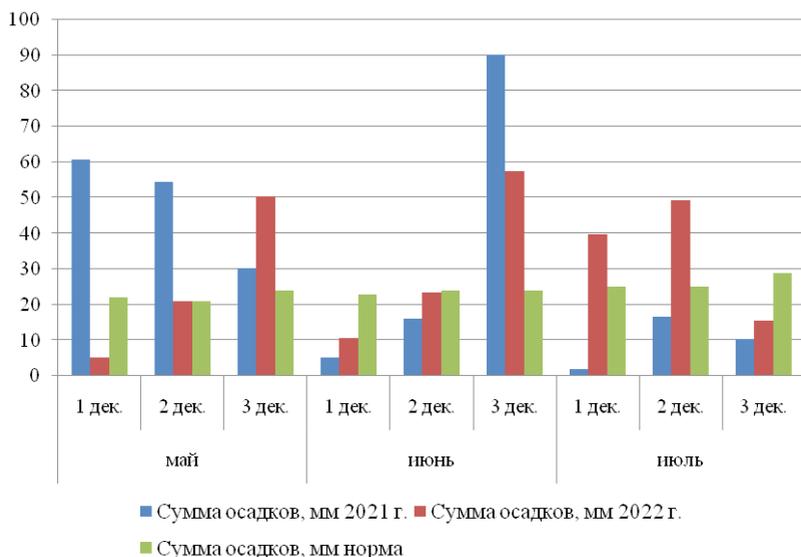


Рисунок 1 – Количество осадков по декадам вегетационного сезона 2021 и 2022 гг. (метеостанция Нарочь)

Погода в начале июля была теплой – среднесуточная температура воздуха составляла $+22,6$ и $+19,3^{\circ}\text{C}$, 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 дождями (39,7 мм; рисунок 1). Плодоношение земляники к середине июля закончилось.

Общее количество собранных ягод в 2021 году в вариантах опыта колебалось в среднем на учётную площадь от 420,0 (вариант с применением фунгицида Луна транквилити, КС с нормой расхода 1,0 л/га) до 520,6 шт. (вариант - Свитч, ВДГ), в 2022 году – от 805,8 (вариант с применением Луна Транквилити, КС с нормой расхода 0,8 л/га) до 950,3 шт. (вариант - Миравис прайм, СК с нормой расхода 1,0 л/га).

Первые пораженные серой гнилью ягоды отмечены уже при первом сборе: в контрольном варианте 3,1 % в 2021 г. и 5,2 % в 2022 г., в вариантах с применением фунгицидов 0,9-2,8 % в зависимости от года и препарата. Во время второго сбора в контрольном варианте количество гнилых ягод увеличилось в 9 раз и составило в 2021 г. 40,2 %, в 2022 г. – 28,7 %. При этом в опытных вариантах пораженность серой гнилью не превысила 37,4 и 15,9 % , соответственно по годам.

Наиболее высокий защитный эффект получен в вариантах с применением фунгицидов Свитч, ВДГ (1,0 кг/га) в 2021 году и Миравис Прайм, СК (1,0 л/га) в 2022 году, эффективность которых в среднем за два сбора составила 67,2 и 70,9 %, соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите земляники садовой от серой гнили (КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта)

Вариант	Всего ягод в среднем за 2 сбора, шт/10 м ²			Пораженность ягод серой гнилью, %	Биологическая эффективность, %
	здоровые	больные	сумма		
2021 год					
Контроль	354,7	107,4	462,1	23,2	-
Луна Транквилити, КС – 0,8 л/га	402,4	49,0	451,4	10,9	53,0
Луна Транквилити, КС – 1,0 л/га	383,6	36,4	420,0	8,7	62,5
Миравис Прайм, СК- 0,8 л/га	378,7	43,8	422,5	10,4	55,2
Миравис Прайм, СК–1,0 л/га	438,0	47,5	485,5	9,8	57,8
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га	447,3	38,7	486,0	8,0	65,5
Свитч, ВДГ – 1,0 кг/га	481,0	39,6	520,6	7,6	67,2
2022 год					
Контроль	807,8	100,0	907,8	11,0	–
Луна Транквилити, КС – 0,8 л/га	767,8	38,0	805,8	4,7	57,3
Луна Транквилити, КС – 1,0 л/га	777,5	34,5	812,0	4,2	61,8
Миравис Прайм, СК- 0,8 л/га	896,5	39,5	936,0	4,2	61,8
Миравис Прайм, СК–1,0 л/га	919,8	30,5	950,3	3,2	70,9
Хорус, ВДГ – 0,7 кг/га	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

В варианте с применением фунгицида Луна Транквилити, КС с нормой расхода 0,8 л/га отмечена наименьшая биологическая эффективность – 53,0 и 57,3 %, соответственно по годам. В контрольном варианте количество пораженных серой гнилью ягод, достигало суммарно за 2 сбора 23,2 и 11,0 % в зависимости от года (таблица 1).

Применение вышеперечисленных фунгицидов эффективно сказалось на урожайности: в 2021 году в варианте с применением фунгицида Миравис прайм, СК с нормой расхода 1,0 л/га максимально сохранено по сравнению с контролем 7,2 ц ягод в пересчёте на 1 га. В 2022 году урожай был выше в 2 раза и получена существенная прибавка в вариантах с применением фунгицидов Свитч, ВДГ, Миравис Прайм, СК (обе нормы) и Хорус, ВДГ, которая составила от 22,2 до 26,4 ц/га; таблица 2). Наименьшая сохранённая урожайность получена в варианте с применением фунгицида Луна Транквилити, КС с нормой расхода 0,8 л/га – от 3,4 до 7,6 ц/га в 2021 и 2022 гг., соответственно.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения фунгицидов от серой гнили на землянике садовой (КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, полевой опыт, сорт Вима Занта, 2021-2022 гг).

Вариант	Норма расхода, л, кг/га	Средняя урожайность, ц/га		Сохраненная урожайность			
		2021 г.	2022 г.	2021 г.		2022 г.	
				ц/га	%	ц/га	%
Контроль	-	49,8	106,2	–	–	–	–
Луна Транквилити, КС	0,8	53,2	113,8	3,4	6,8	7,6	7,2
	1,0	56,8	114,8	7,0	14,1	8,6	8,1
Миравис Прайм, СК	0,8	56,6	130,6	6,8	13,7	24,4	23,0
	1,0	57,0	130,0	7,2	14,5	23,8	22,4
Хорус, ВДГ	0,7	55,6	132,6	5,8	11,6	26,4	24,9
Свитч, ВДГ	1,0	56,4	128,4	6,6	13,3	22,2	20,9
НСР ₀₅	–	4,84	9,73	–	–	–	–

Заключение. Распространённость серой гнили на землянике садовой в 2021 и 2022 гг. составила 23,2 и 11,0 %, соответственно. В результате исследований установлено, что фунгициды Луна Транквилити, КС, Миравис прайм, СК и Хорус, ВДГ при однократном применении и Свитч, ВДГ при двукратном применении эффективны против серой гнили земляники. В полевых опытах снижение количества пораженных ягод составило на 53,0–70,9 % в зависимости от препарата и года исследований.

Оценка хозяйственной эффективности применения фунгицидов показала высокие результаты – достоверно сохранено от 5,8 до 26,4 ц/га в

зависимости от препарата и года исследований, что превысило урожайность в контроле на 11,6–14,5 % в 2021 г. и на 8,1–24,9 % в 2022 г.

Расширен ассортимент препаратов для применения на землянике садовой против серой гнили в промышленных насаждениях и для розничной продажи населению на территории Республики Беларусь. На основании проведенных исследований фунгициды Миравис Прайм, СК (0,8–1,0 л/га) и Свитч, ВДГ (1,0 кг/га) включены в «Государственный реестр...».

Список литературы

1. Мелешко, Н. И. Оценка сорта земляники садовой Вима Занта на поражаемость болезнями / Н. И. Мелешко // Перспективы развития современного ягодоводства в изменившихся климатических условиях: тез. докл. Междунар. науч. конф., (аг. Самохваловичи, 17-19 июля 2019 г.) / Нац. акад. наук, РУП «Ин-т плодородства»; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – С.54–55.
2. Говорова, Г. Ф. Грибные болезни земляники садовой, селекция на иммунитет и другие методы защиты : монография / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров ; М-во сел. хоз-ва РФ, Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 168 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» ; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Промкомплекс, 2020. —742 с.
4. 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.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колоград, 2024. —С. 425–442.

N. I. Meleshko

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

EFFICIENCY OF FUNGICIDES FOR PROTECTION OF GARDEN STRAWBERRY FROM GRAY ROT

Annotation. The paper presents two-year data on biological and economic efficiency of fungicides from different chemical groups in protection of garden strawberry from gray rot. In field experiments, with the application of mono- and two-component preparations the reduction in berry disease was from 53.0 to 70.9 %, which made it possible to preserve up to 26.4 c/ha of yield, depending on the year of the research.

Key words: garden strawberry, gray rot, fungicide, biological efficiency, yield.

Т. Г. Пилат, Н. А. Крупенько

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

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ ЦЕРКОСПОРЕЛЛЕЗНОЙ ПРИКОРНЕВОЙ ГНИЛИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.07.2024

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

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований (2014–2022 гг.) по изучению пораженности посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью. Установлено, что наибольшее развитие болезнь получила в условиях 2014 и 2021 гг. Исследования показали, что на развитие болезни решающее влияние оказывают температура воздуха в осенний период и влагообеспеченность мая.

Ключевые слова: церкоспореллезная прикорневая гниль, развитие болезни, гидротермические условия, осадки, температура.

Введение. Одним из факторов, сдерживающих получение стабильно высоких урожаев зерновых культур, является их поражение болезнями.

К наиболее вредоносным заболеваниям озимой пшеницы относится церкоспореллезная прикорневая гниль. Болезнь поражает прикорневую часть стебля уже с периода всходов, образуя медово-коричневые, похожие на глаз пятна с размытой каймой [2, 4, 16]. Наиболее близко расположенные пятна постепенно сливаются и к колошению опоясывают основание пораженного стебля. При ранних сроках сева у пораженных растений на месте первоначально появившихся пятен образуется темная строма гриба, проникшего внутрь стебля. При разломе полость стебля в пределах двух, иногда трех нижних междоузлий оказывается заполненной дымчато-серым, а со временем коричневым мицелием гриба, а пораженная часть становится омертвевшей. В дождливые периоды пораженные стебли ломаются и беспорядочно полегают [2, 4, 5].

Впервые болезнь была обнаружена в 1907–1908 гг. во Франции при изучении причин полегания растений озимой ржи. Со второй половины XX века церкоспореллез регулярно отмечается во всех странах мира. Широкое распространение болезнь получила в Европе (Германия, Франция, Польша, Литва), Америке, Южной Африке, на юге Австралии и Новой Зеландии [10, 12, 16, 15]. Глазковая пятнистость поражает

озимые пшеницу, рожь, тритикале, ячмень, несколько меньше – яровые ячмень, пшеницу и совсем не поражает посевы овса [2]. В Республике Беларусь болезнь распространена повсеместно [9]. В отдельные годы ее развитие в посевах озимых пшеницы и тритикале достигает 47,5 и 58,3 % соответственно [7].

Согласно литературным данным, возбудителями церкоспореллеза являются грибы *Oculimacula yallundae* (Wallwork & Spooner) Crous & W. Gams) и *O. aciformis* (Boerema, R.Pieters & Hamers) Crous & W. Gams) [13, 14, 18].

Церкоспореллезная прикорневая гниль может приводить к гибели стеблей или всего растения. Вредоносность заболевания зависит от стадии заражения и степени поражения растений. Урожай снижается в связи с уменьшением количества зерен в колосе и их массы. Потери зерна от церкоспореллеза могут превышать 20–50 % [1]. На каждый процент пораженных стеблей пшеницы (в фазе восковой спелости) недобор урожая составляет в среднем 0,5–0,6 %. [8]. Возбудители болезни закупоривают проводящие сосуды растения, блокируя перемещение питательных веществ и воды. При сильном поражении церкоспореллезом разрушаются не только проводящие, но и механические ткани, пораженные стебли ломаются, падают и еще до созревания посевы полегают [3]. Чаще болезнь поражает растения на тяжелых влажных почвах [8].

На развитие возбудителей церкоспореллезной прикорневой гнили значительное влияние оказывают эколого-географические, особенно почвенные и гидротермические условия, что обуславливает достаточно четкую географическую локализацию данного заболевания. Чем выше гидротермическая обеспеченность года, тем выше уровень распространения церкоспореллеза. Заражение посевов озимых зерновых культур начинается в осенний период. Оптимальная температура для развития возбудителей болезни составляет +5...+10 °С при относительной влажности воздуха не менее 80 %. Высокая относительная влажность воздуха и температуры в пределах +4...+13 °С в течение 15 часов и более способствуют споруляции гриба и заражению растений. При повышении температуры выше +16 °С дальнейшего заражения растений практически не происходит, а при температуре ниже 0 °С и выше +25 °С наступает полное прекращение роста и развития патогена [2]. Основным источником инфекции является зараженная стерня предшествующей зерновой культуры [4]. С семенами инфекция не передается [2].

Целью данных исследований явился мониторинг поражения посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью и влияние погодных условий на развитие болезни.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений»

на сорте Богатка. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса – 1,89–2,0 %; P_2O_5 – 293–334 мг/кг, K_2O – 268–375 мг/кг, бор – 0,51 мг/кг почвы; рН – 5,5–6,1. Агротехника выращивания озимой пшеницы общепринятая для возделывания культуры в Центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Развитие церкоспореллеза в посевах озимой пшеницы оценивалось, начиная с периода колошения, по шкале:

0 – признаки поражения отсутствуют;

1 – на основании стебля или первом междоузлии – отдельные белые или светло-коричневые пятна;

2 – темные желтовато-коричневые пятна с ярко выраженной каймой охватывают до половины стебля;

3 – пятна окольцовывают стебель, в середине пятна ткань частично разрушена, стебель переламывается;

4 – отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3 [6].

Развитие болезни (%) вычисляли по формуле:

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

где R – развитие болезни; $\sum(a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (n) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество обследованных растений в пробе, шт.; K – наивысший балл шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Гидротермический коэффициент ($ГТК$) рассчитывали по формуле:

$$ГТК = \frac{R \times 10}{\sum t},$$

где R представляет собой сумму осадков в миллиметрах за период со среднесуточными температурами выше +10 °С; $\sum t$ определяет сумму температур (°С) за то же время.

Выявление гидротермических факторов, оказывающих влияние на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы, проводили на основании корреляционного и регрессионного анализа с использованием пакета программ MSExcel. Анализировали периоды, когда растения наиболее уязвимы для заражения болезнью: осенний период и период после перезимовки до начала колошения.

Результаты исследований и их обсуждение. При изучении пораженности посевов озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью отмечено, что наибольшее развитие болезнь получила в 2014

и 2021 гг. Погодные условия 2014 г. характеризовались повышенным температурным режимом на протяжении всего вегетационного сезона. Средняя температура за год составила +7,8 °С, что на 2 °С выше климатической нормы. За год выпало 567 мм осадков (86 % климатической нормы). Избыточное увлажнение наблюдалось в мае, в то время как остальные месяцы весенне-летнего сезона характеризовались дефицитом осадков.

В 2021 г. была достаточно прохладная весна и жаркое лето. Среднесуточная температура весной составила в среднем +9,4 °С. Температурный режим на протяжении сезона был неоднородным: средняя температура воздуха в марте превышала норму, а апрель и май были холодными. В целом год характеризовался достаточной влагообеспеченностью. Во все сезоны выпала норма осадков и более.

Согласно литературным данным, оптимальной температурой для развития возбудителей церкоспореллезной прикорневой гнили является температура +5...+10 °С, поэтому сложившиеся условия 2014 и 2021 гг. благоприятствовали развитию болезни. Так, в 2014 г. развитие церкоспореллеза к стадии молочно-восковой спелости достигло 50,4 %, в 2021 г. – 64,8 %. В остальные годы степень поражения растений болезнью находилась на депрессивном уровне.



Рисунок 1. Развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», сорт Богатка, ст. 83–85)

Погодные условия в годы исследований различались, что позволило объективно оценить их влияние на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы. Поскольку согласно литературным данным заражение растений церкоспореллезной прикорневой гнилью может происходить осенью и весной, а развитие болезни более интенсивно происходит во время трубкования и колошения, то оценивали влияние погодных условий именно в эти периоды.

В результате корреляционно-регрессионного анализа полученных данных установлено, что решающее значение в нарастании развития церкоспореллеза играют температура воздуха в осенний период и осадки в мае (сумма осадков и количество дней с осадками) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние гидротермических условий на развитие церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах озимой пшеницы (РУП «Институт защиты растений», сорт Богатка, 2014–2022 гг.)

Показатель	Коэффициент корреляции (r)
Осенний период от посева до начала минусовых температур	
средняя температура	0,77*
сумма осадков	0,50
влажность	0,40
количество дней с осадками	0,18
Весенний период после перехода через +5 °С до III декады мая	
средняя температура	-0,16
сумма осадков	0,31
влажность	0,47
количество дней с осадками	0,58
Весенний период после перехода через +10 °С до III декады мая	
средняя температура	0,30
сумма осадков	0,39
влажность	0,46
количество дней с осадками	0,36
Май	
средняя температура	0,07
сумма осадков	0,73*
влажность	0,62
количество дней с осадками	0,79*
ГТК	0,56
Май–июнь	
средняя температура	-0,36
сумма осадков	0,64
влажность	0,52
количество дней с осадками	0,60
ГТК	0,64

* $p < 0,05$.

Зависимость между развитием церкоспореллезной прикорневой гнили и среднесуточной температурой воздуха выявлена также в исследованиях других авторов [10, 17]. Так М. Vanova с соавторами (2005),

также отмечают, что на развитие болезни оказывает влияние среднесуточная температура воздуха в октябре и ранней весной (апрель). При этом оптимальной является температура +4...+10 °С [17]. Это может быть связано с особенностями жизненного цикла возбудителей церкоспореллеза. В осенний период происходит заражение растений возбудителями болезни, которые сохранились на растительных остатках. И чем теплее и продолжительнее этот период, тем выше вероятность того, что патоген внедрится в растительную ткань. На влияние влагообеспеченности года на развитие церкоспореллеза также указывают другие исследователи [1, 2]. Пик образования конидий возбудителями болезни приходится на период апрель–май [11]. В мае озимая пшеница проходит стадию трубкования и в этот период растения восприимчивы для заражения. Для успешного прохождения этого процесса необходима высокая влажность на уровне почвы, что обеспечивают частые и обильные осадки.

Заключение. Таким образом, в годы исследований наибольшая степень поражения озимой пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью отмечена в условиях 2014 и 2021 гг. Развитие болезни достигло уровня эпифитотии. Определяющими факторами для развития возбудителей церкоспореллеза и характера течения болезни являются температура в осенний период, количество осадков и дней с осадками в мае.

Список литературы

1. Белова В. Н. Модельна система інфікування та оцінка рівня стійкості озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) проти збудника церкоспорельозу (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) / В. Н. Белова, О. О. Панюта, Н. Ю. Таран // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 7. – С.25–28.
2. Григорьев, М. Ф. Корневые гнили зерновых культур и закономерности их проявления на примере Центрального Нечерноземья России / М. Ф. Григорьев. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. – 532 с.
3. Грицюк, Н. В. Влияние агротехнических приемов на вредоносность церкоспореллеза озимой пшеницы / Н. В. Грицюк, Т. Н. Тимошук, А. А. Дереча // Consolidarea capacităților regionale pentru aplicarea tehnologiilor ecologice în sistemele integrate de gestionare a dăunătorilor : conf., Chișinău, 10-12 decembrie, 2018 ulei / In-1 de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. – Chișinău, Moldova, 2018. – P.105–108.
4. Джумабаев, П. Церкоспореллез хлебных злаков в СССР : автореф. дис. ... канд. биол. наук / П. Джумабаев; ВНИИЗР. – Боровск; Л., 1966. – 28 с.
5. Желтова, К. В. Корневые гнили озимой пшеницы и их вредоносность / К. В. Желтова, В. И. Долженко // Вестн. ОрелГАУ. – 2017. – № 1 (64). – С. 45–51.
6. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационному испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. С. Ф. Буги. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
7. Пилат, Т. Г. Распространенность и развитие прикорневой гнили в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / Т. Г. Пилат // Молодежь в науке 2020. Аграр., биол., гуманитар., мед., физ.-мат., физ.-техн., химия и науки о Земле : тез. докл. XVII Междунар. конф. молодых ученых (Минск 22-25 сент. 2020 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – С. 62–63.

8. Тютюрев, С. Л. Краткая характеристика наиболее опасных болезней / С. Л. Тютюрев // Протравливание семян зерновых колосовых культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – М.: [б. и.], 2005. – С. 91(3)–99(11). – (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 3).

9. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур в Беларуси / Н. А. Крупенко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 86–94.

10. Bock, C. H. Development of *Oculimacula yallundae* and *O. aciformis* (eyespot) lesions on stems of winter wheat in relation to thermal time in the UK / C. H. Bock, A. M. Wan, B. D. Fitt // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 58, № 1. – P. 12–22.

11. Burt, C. J. Identification of a QTL conferring seedling and adult plant resistance to eyespot on chromosome 5A of Cappelle Desprez / C. J. Burt, T. W. Hollins, P. Nicholson // Theoretical Applied Genetics. – 2010. – Vol. 122. – P. 119–128.

12. Crome, M. G. Factors associated with stem base and root diseases of New Zealand wheat and barley crops / M. G. Crome, R. A. Parkers, P. M. Fraser // Australasian Plant Pathology. – 2006. – № 35. – P. 391–400.

13. Redefining genera of cereal pathogens: *Oculimacula*, *Rhynchosporium* and *Sporisorium* / P. W. Crous [et al.] // Fungal Systematics and Evolution. – 2021. – Vol. 7. – P. 67–98.

14. Isolation of R-type progeny of *Tapesia yallundae* from apothecia on wheat stubble in England / P. S. Dyer [et al.] // Plant Pathology. – Vol. 43. – P. 1039–1044.

15. Evaluation of eyespot incidence and structure of *Oculimacula* spp. Population in winter rye in Lithuania / J. Ramanauskienė [et al.] // Zemdirbyste-Agriculture. – 2014. – № 4. – P. 425–430.

16. Glazek, M. Occurrence of eyespot on winter wheat in the central-southern region of Poland / M. Glazek // J. of Plant Protection Research. – 2009. – № 49. – P. 426–433.

17. Prediction of eyespot infection risks / Vanova M. [et al.] // Acta Agrobotanica. – 2005. – № 58 (1). – P. 91–96.

18. Robbertse, B. Revision of *Pseudocercospora*-like species causing eyespot disease of wheat / B. Robbertse, C. F. Campbell, P. W. Crous // South African J. of Botany. – 1995. – Vol. 61. – P. 43–48.

T. G. Pilat, N. A. Krupenko

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

INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON THE DEVELOPMENT OF EYESPOT ROOT ROT IN WINTER WHEAT CROPS

Annotation. The article presents the results of long-term research (2014–2022) to study the infestation of winter wheat crops by eyespot root rot. It was established that the disease was most developed in the conditions of 2014 and 2021. Research has shown that the development of the disease is decisively influenced by air temperature in the autumn and moisture availability in May.

Key words: eyespot root rot, disease development, hydrothermal conditions, precipitation, temperature.

Р. И. Плескацевич

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДА МИРАВИС ПРАЙМ, СК В НАСАЖДЕНИЯХ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 19.06.2024

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

Аннотация. В статье приведены результаты двухлетних исследований по изучению эффективности одно- и двукратного применения двухкомпонентного фунгицида Миравис Прайм, СК (пидифлуметофен, 150 г/л + флудиоксонил, 250 г/л) на клюкве крупноплодной от доминирующих болезней.

Установлено, что пораженность побегов клюквы крупноплодной монилиальным ожогом при однократном применении Миравис Прайм, СК в норме расхода 0,5 л/га в начале цветения была снижена на 92,3–90,7 %. Биологическая эффективность двукратного применения фунгицида Миравис Прайм, СК составила: против годронии на листьях – 89,5–81,7 %, гибберовой пятнистости на листьях – 92,6–95,2 %, гнилей плодов – 60,9–68,8 %. Однократная обработка в период плодообразования Миравис Прайм, СК в норме расхода 0,75 л/га сдерживала распространенность против годронии и гибберовой пятнистости на листьях на 81,2–95,2 %, гнилей плодов – на 77,1 %. Применение фунгицида Миравис Прайм, СК в насаждениях клюквы крупноплодной способствовало сохранению урожая плодов на уровне 4,7–5,5 ц/га.

Ключевые слова: клюква крупноплодная, монилиальный ожог побегов, годрония, гибберовая пятнистость, гнили плодов, возбудитель болезни, распространенность, фунгицид, биологическая эффективность.

Введение. Современная концепция развития садоводства предопределяет широкое внедрение малораспространенных ягодных культур, отличающихся стабильным продукционным и адаптивным потенциалом в условиях Республики Беларусь. В настоящее время в Беларуси насчитывается около 100 га промышленных насаждений клюквы крупноплодной. Самые крупные в Республике Беларусь промышленные насаждения культуры имеются в ОАО «Полесские журавины» Пинского района Брестской области – 83 га. Урожайность культуры колеблется от 5 до 30 т/га и зависит от условий произрастания и сортовых особенностей (проектная урожайность клюквенных чеков – 10 т/га) [3, 8]. Получение высоких урожаев клюквы крупноплодной затруднено из-за поражения ее болезнями. На основании мониторинга фитосанитарной ситуации в промышленных насаждениях в 2005–2007 гг. выявлено 22 возбудителя болезней клюквы крупноплодной, в том числе и гнилей плодов, из-за которых потери урожая могут достигать 38,0 % [1, 6, 7].

При возделывании клюквы крупноплодной как многолетней ягодной культуры вследствие быстрого нарастания вегетативной массы в насаждениях создаются предпосылки для увеличения инфекционного запаса возбудителей болезней [2]. Применение системы дождевания растений и кратковременного затопления чеков, как неотъемлемых элементов технологии для данной культуры, способствуют созданию микроклимата, благоприятного для развития фитопатогенных микроорганизмов.

В плантационных промышленных насаждениях защита клюквы крупноплодной от болезней в основном базируется на применении фунгицидов. В структуре затрат на защиту насаждений данной культуры стоимость фунгицидов занимает основную статью. До 2023 года в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, были включены для защиты клюквы крупноплодной шесть фунгицидов: Азофос, 50 %, Скор, КЭ, 0,2 л/га, Раек, КЭ, 0,2 л/га, Делан, ВГ, 0,5–0,7 кг/га, Хорус, ВДГ, 0,2 кг/га, Акробат МЦ, ВДГ, 2,0 кг/га, из них 83 % – это монокомпонентные препараты, которые относятся к классу неорганических соединений, ИБЭ (триазолов), хинонов, анилинопиримидинов. Систематическое применение действующих веществ монокомпонентных препаратов может способствовать снижению чувствительности к ним и возникновению резистентности.

В связи с вышеизложенным целью настоящих исследований являлось изучение эффективности двухкомпонентного комбинированного фунгицида из класса карбоксамидов или ингибиторов сукцинат-дегидрогеназы (SDHI) и фенилпирролов на снижение вредоносности доминирующих болезней клюквы крупноплодной.

Методика исследований. В 2021 году полевые опыты по оценке эффективности фунгицида Миравис Прайм, СК проводили в насаждениях клюквы крупноплодной ОАО «Полесские журавины» Пинского района, а в 2022 году в отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений ЦБС НАНБ Ганцевичского района Брестской области на сорте Стивенс. Возраст насаждений – 21–22 года. Схема посадки клюквы крупноплодной – 25×25 см. Контроль – без обработки. Норма расхода рабочей жидкости 400 л/га. Повторность опыта – 6-кратная (10 м² – повторность). Способы применения препарата: двукратное опрыскивание фунгицидом Миравис Прайм, СК (пидифлуметофен, 150 г/л + флудиоксонил, 250 г/л) с нормой расхода 0,5 л/га и однократное опрыскивание с нормой расхода 0,75 л/га в системе защиты культуры. В насаждениях клюквы крупноплодной первое опрыскивание фунгицидом с минимальной нормой расхода 0,5 л/га проведено в третьей декаде июня (22.06.21, 24.06.22) в фенофазу «начало цветения», период рассеивания конидий *Monilinia oxycoccii* Wor.; второе (14.07.21,

21.07.22) в фенофазу «плодообразование», период рассеивания сумкоспор *Gibbera myrtilli* (Cooke) Petr., конидий *Godronia cassandra* Peck. В 2022 году в схему опыта добавлен вариант с однократным опрыскиванием фунгицидом Миравис Прайм, СК с максимальной нормой расхода 0,75 л/га, которое проведено в фенофазу «плодообразование».

Изучение эффективности фунгицида осуществляли с использованием «Методических указаний по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2007). [4]. Видовую принадлежность микроорганизмов подтверждали в результате микроскопического и культурально-морфологического анализа по соответствующим определителям [5, 9]. Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-ном уровне значимости.

Результаты и их обсуждение. На основании мониторинга фитосанитарной ситуации в 2021–2022 гг. в насаждениях клюквы крупноплодной установлено, что основой патогенного комплекса культуры являлись возбудители монилиального ожога и годронии – грибы *M. oxycoccii* и *G. assandra* (распространенность до 10,8 и 18,6 %), а также гнили плодов – до 12,8 % пораженных органов. Кодоминировала – гибберовая пятнистость листьев (распространенность до 6,2 %).

Погодные условия июня месяца в 2021 и 2022 гг. были похожи и характеризовались неустойчивой и жаркой погодой, но в целом не повлияли на рост и развитие клюквы крупноплодной. Цветение клюквы крупноплодной в годы исследований проходило в третьей декаде июня. В этот период среднесуточные температуры воздуха превышали климатическую норму на 1,9–2,1 °С, что на фоне выпавших в пределах климатической нормы осадков (20,4–21,5 мм) было благоприятным для рассеивания конидий возбудителя монилиального ожога, первые признаки которого в виде побурения единичных цветков клюквы крупноплодной отмечены: в 2021 году – 22 июня, в 2022 году – 24 июня, что и определило срок первой обработки фунгицидом Миравис Прайм, СК с нормой расхода 0,5 л/га. К концу первой половины вегетационного периода (30.06) распространенность монилиального ожога на побегах в варианте без обработки составила 2,5 % (2021 г.) и 2,6 % (2022 г.), в эталоне – 0,1–0,5 %, в опытном варианте симптомов болезни не отмечено. На протяжении первой половины июля наблюдалась умеренная в пределах средней многолетней температура воздуха (+18,7–18,5 °С), что в сочетании с ежедневным орошением способствовало массовому рассеиванию конидий гриба *M. oxycoccii* и заражению цветков, листьев и побегов клюквы крупноплодной, и во второй декаде июля количество пораженных монилиальным ожогом побегов клюквы крупноплодной в варианте без обработки увеличилось до 6,5–10,8 %, в опытном

варианте – не превышало 1,0 %, в эталоне – до 3,4 %. Биологическая эффективность однократного применения Миравис Прайм, СК с нормой расхода 0,5 л/га в защите клюквы крупноплодной от монилиального ожога побегов составила 92,3–90,7 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность однократного применения фунгицида Миравис Прайм, СК против болезней клюквы крупноплодной (Брестская область, полевой опыт, сорт Стивенс, 2021–2022 гг.)

Варианты опыта	Биологическая эффективность, %							
	Монилиальный ожог побегов (2 декада июля)		Годрония на листьях (2 декада сентября)		Гибберовая пятнистость на листьях (2 декада сентября)		Гнили плодов (3 декада сентября)	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1. Контроль* (без обработки)	6,5	10,8	17,2	18,6	5,4	6,2	12,8	10,9
2. Дифеноконазол, 0,2 л/га, (эталон)	84,6	68,5	58,1	65,6	70,4	87,1	53,1	61,5
3. Миравис Прайм, СК, 0,5 л/га	92,3	90,7	65,1	73,1	90,7	91,9	57,0	63,3
4. Миравис Прайм, СК, 0,75 л/га	–	–	–	81,2	–	95,2	–	77,1

Примечание: контроль* – распространенность болезней, %

Во второй половине вегетационного периода из болезней листового аппарата клюквы крупноплодной выявлены годрония и гибберовая пятнистость, на плодах – гнили. Гидротермические условия первой половины июля характеризовались умеренным температурным режимом и количеством осадков в пределах и выше климатической нормы, что способствовало заражению листьев клюквы крупноплодной пятнистостями. Первые признаки пятнистостей листьев в годы исследований были отмечены во второй-третьей декадах июля (14.07.21, 21.07.22), в связи с чем была проведена вторая обработка фунгицидом Миравис Прайм, СК с нормой расхода 0,5 л/га.

В 2022 году в этот период в схему опыта был включен также вариант с однократной обработкой препаратом с максимальной нормой расхода 0,75 л/га.

В первой-второй декадах сентября регулярно выпадающие осадки способствовали увеличению распространенности годронии, которая в период созревания ягод в варианте без обработки: в 2021 году возросла до 17,2 %, в 2022 году – до 18,6 %; в варианте с однократным применением фунгицида Миравис Прайм, СК с минимальной нормой расхода 0,5 л/га – 6,0–5,0 %, при двукратным применением фунгицида – не превысила 1,8–3,4 %, при однократном применении с максимальной

нормой расхода Миравис Прайм, СК – 3,5 %. Пораженность гибберовой пятнистостью листьев клюквы крупноплодной к концу вегетационного периода в варианте без обработки составила 6,2 %, в опытных вариантах – не превышала 0,5 %, в эталонных – 1,0 %, соответственно. Биологическая эффективность фунгицида Миравис Прайм, СК составила: против годронии на листьях – при однократном применении с нормой расхода 0,5 л/га – 65,1–73,1 %, при двукратном применении с нормой расхода 0,5 л/га – 89,5–81,7 %, при однократном применении с максимальной нормой расхода 0,75 л/га – 81,2 % в сравнении с вариантом без обработки (таблицы 1, 2). Против гибберовой пятнистости на листьях снижение пораженности при применении Миравис Прайм, СК было высоким во всех вариантах и составило 90,7–95,2 %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность двукратного применения фунгицида Миравис Прайм, СК против болезней клюквы крупноплодной (Брестская область, полевой опыт, сорт Стивенс, 2021–2022 гг.)

Варианты опыта	Биологическая эффективность, %					
	Годрония на листьях (2 декада сентября)		Гибберовая пятнистость на листьях (2 декада сентября)		Гнили плодов (3 декада сентября)	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1. Контроль* (без обработки)	17,2	18,6	5,4	6,2	12,8	10,9
2. Дифеноконазол, 0,2 л/га, (эталон)	100	78,0	92,6	93,5	57,8	62,4
2. Миравис Прайм, СК, 0,5 л/га	89,5	81,7	92,6	95,2	60,9	68,8

Примечание: контроль* – распространенность болезней, %

В последние годы одной из серьезных проблем при производстве клюквы крупноплодной являются гнили плодов, вызывающие как прямые потери урожая в период сбора, так и снижение их качества в условиях реализации и хранения.

В 2021–2022 гг. первые пораженные гнилыми плоды были отмечены в период их роста и окрашивания в первой декаде августа в варианте без обработки. Погодные условия сентября, характеризующиеся большим количеством осадков (112–145 % от нормы), были благоприятными для развития гнилей плодов. В период уборки урожая по результатам учета гнилей плодов установлено, что видовой состав возбудителей гнилей плодов на клюкве крупноплодной был представлен следующими патогенами: *M. oxycocci* (твердая гниль, распространенность до 5,0 %), *G. cassandrae* (концевая гниль, распространенность до 6,0 %) и *Diaporthe* sp. (липкая гниль, распространенность до 1,8 %). Общее количество пораженных плодов в варианте с двукратной обработкой препаратом Миравис Прайм, СК, 0,5 л/га составила 5,0–3,4 %;

при однократном внесении препарата в норме расхода 0,75 л/га распространенность болезни была минимальной – 2,5 % (таблицы 1, 2). В варианте без обработки распространенность гнилей плодов увеличилась до 12,8–10,9 %.

Биологическая эффективность применения фунгицида Миравис Прайм, СК с нормами расхода 0,5 л/га против гнилей плодов клюквы крупноплодной составила: при однократной обработке с нормой расхода 0,5 л/га – 57,0–63,3 %, двукратной – 60,9–68,8 %, однократной обработке с нормой расхода 0,75 л/га – 77,1 % (таблицы 1,2).

В 2022 году в результате оценки хозяйственной эффективности фунгицида Миравис Прайм, СК в насаждениях клюквы крупноплодной определено, что в вариантах опыта как с однократным, так и двукратным применением препарата урожай плодов составил 84,7–85,5 ц/га (таблица 3). Сохраненный урожай плодов в опытных вариантах был на уровне 4,7–5,5 ц/га, в эталоне – 4,5 – 5,0 ц/га.

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность фунгицида Миравис Прайм, СК в насаждениях клюквы крупноплодной (Брестская область, полевой опыт, сорт Стивенс, 2022 гг.)

Вариант	Урожай плодов		Сохраненный урожай плодов, ц/га
	г/м ²	ц/га	
1. Дифеноконазол, 0,2 л/га, однократно (эталон)	845,0	84,5	4,5
2. Дифеноконазол, 0,2 л/га, двукратно (эталон)	850,0	85,0	5,0
3. Миравис Прайм, СК, 0,5 л/га, однократно	847,0	84,7	4,7
4. Миравис Прайм, СК, 0,5 л/га, двукратно	855,0	85,5	5,5
5. Миравис Прайм, СК, 0,75 л/га, однократно	855,0	85,5	5,5
6. Контроль (без обработки)	800,0	80,0	–
НСР ₀₅	32,26	–	–

Заключение. Для регулирования фитосанитарной ситуации в насаждениях клюквы крупноплодной дана оценка эффективности одно- и двукратного применения фунгицида Миравис Прайм, СК в нормах расхода 0,5 и 0,75 л/га против комплекса болезней клюквы крупноплодной.

На основании мониторинга видового состава болезней клюквы крупноплодной установлено, что доминирующая роль принадлежит монилиальному ожогу побегов и твердой гнили плодов (*M. oxycoccii*), а также годронии и концевой гнили (*G. cassandrae*). В годы исследований (2021–2022 гг.) распространенность монилиального ожога на побегах клюквы крупноплодной достигала 10,8 %, пораженность плодов твердой гнилью – до 5,0 %, годронии на листьях – до 18,6 %, пораженность плодов концевой гнилью – до 6,0 %.

В результате проведенных исследований установлено, что однократное применение фунгицида Миравис Прайм, СК с нормой расхода 0,5 л/га в начале цветения клюквы крупноплодной позволяет снизить пораженность побегов клюквы крупноплодной монилиальным ожогом на 92,3–90,7 %; пораженность листьев годронией – на 65,1–73,1 %, гибберой – на 90,7–91,9 %. Двукратное применение Миравис Прайм, СК, в норме расхода 0,5 л/га в начале цветения и плодообразования сдерживает развитие годронии на листьях – 89,5–81,7 %, гибберовой пятнистости на листьях – 92,6–95,2 %, гнилей плодов – 60,9–68,8 %. Однократная обработка в период плодообразования клюквы крупноплодной в норме расхода 0,75 л/га ограничивает развитие годронии и гибберовой пятнистости на листьях на 81,2–95,2 %, что было на уровне двукратного применения препарата в минимальной норме расхода. В этом варианте получена самая высокая биологическая эффективность против гнилей плодов – 77,1 %.

Проведенные защитные мероприятия с использованием фунгицида Миравис Прайм, СК позволили сохранить 4,7–5,5 ц/га плодов клюквы крупноплодной, при стоимости сохраненной продукции 3125,5–3657,5 руб./га (1,9 евро/кг). Фитотоксичного действия на культуру клюквы крупноплодной препарат не оказывает.

На основании результатов двухлетних исследований фунгицид Миравис Прайм, СК включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для опрыскивания насаждений клюквы крупноплодной в период вегетации с нормой расхода 0,5 л/га (двукратно) и 0,75 л/га (однократно).

Список литературы

1. Химический контроль развития возбудителей гнилей плодов клюквы крупноплодной в условиях Республики Беларусь / Е. Е. Берлинчик [и др.] // Современное плодоводство: состояние и перспективы развития : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию основания Ин-та плодоводства НАН Беларуси / Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2005. – Т. 17, ч. 1. – С. 256–260.
2. Горленко, С. В. Болезни и вредители клюквы крупноплодной / С. В. Горленко, С. В. Буга ; Акад. наук Беларуси, Центр. ботан. сад. – Минск : Навука і тэхніка, 1996. – 245 с.
3. Кудинов, М. А. Рекомендации по созданию плантации североамериканской клюквы крупноплодной / М. А. Кудинов, Е. К. Шарковский ; Акад. наук Беларус. ССР, Центр. ботан. сад. – Минск : [б. и.], 1979. – 24 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве/ Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. С. Ф. Буги. – Минск : [б. и.], 2007. – С. 371–431.
5. Микроорганизмы – возбудители болезней растений : справочник / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; В. И. Билай [и др.] ; под ред. В. И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1988. – 550 с.

6. Плескацевич, Р. И. Фитокомплекс клюквы крупноплодной / Р. И. Плескацевич, Е. Е. Берлинчик // Природнае асяроддзе Палесся : асаблівасці і перспектывы развіцця: тез. дакл. III Міжнар. навук. канф. (Брест, 7-9 чэрвеня, 2006 г.) / Нац. акад. навук Беларусі, Палескі аграр.-экалаг. ін.-т ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (адж. рэд.), [і інш.]. – Брэст, 2006. – С. 144.

7. Плескацевич, Р. И. Болезни клюквы крупноплодной и обоснование приемов ее защиты / Р. И. Плескацевич, Е. Е. Берлинчик // Актуальные проблемы иммунитета и защиты с.-х. культур от болезней и вредителей: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Одесса, 11-14 сент. 2007 г. / Селект.-генет. Ин-т, Укр. Акад. аграр. наук; отв. за вып. О. В. Баба-янц. – Одесса, 2007. – С. 69–70.

8. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Е. А. Сидорович [и др.]. – Минск: Беларус. науч.-исслед. ин-т науч.-технич. информации и технико-эконом. исслед., 1992. – 120 с.

9. Caruso, Frank L. Compendium of blueberry and granberry diseases / Frank L. Caruso, Donald C. Ramsdell. – St. Paul, MN, USA : Aps Press, 1995. – 87 p.

R. I. Pleskatsevich

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

EFFICIENCY OF THE FUNGICIDE MIRAVIS PRIME, SC ON LARGE CRANBERRY

Annotation. The paper deals with the results of the two-year research on the efficiency of a single and double application of the fungicide Miravis Prime, SC (pydiflumetofen, 150 g/l+fludioxonil, 250 g/l) to large cranberry against dominant diseases.

It was established that the incidence of monilial shoot blight on large cranberry was reduced by 92.3–90.7 % with a single application of Miravis Prime, SC at a rate of 0.5 l/ha at the beginning of flowering. The biological efficiency of a double application of the fungicide Miravis Prime, SC was the following: against leaf godronia – 89.5–81.7 %, gibber spot disease – 92.6–95.2 %, fruit rot – 60.9–68.8 %. A single treatment during the fruit formation period with Miravis Prime, SC at a rate of 0.75 l/ha restrained the prevalence of godronia and gibber spot disease on leaves by 81.2–95.2 %, fruit rot – by 77.1 %. The application of the fungicide Miravis Prime, SC to large cranberry contributed to maintaining the fruit yield at the level of 4.7–5.5 c/ha.

Key words: large cranberry, monilial shoot blight, godronia, gibber spot disease, fruit rots, pathogens, prevalence, fungicide, biological efficiency.

В. А. Радивон

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

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФУЗАРИОЗНОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ И ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЧАСТОТУ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

Дата поступления статьи в редакцию: 10.07.2024

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

Аннотация. Многолетние исследования (2015–2022 гг.) видового состава фузариозной корневой гнили яровой тритикале в различные стадии развития культуры позволили выявить, что доминирующим видом из комплекса грибов рода *Fusarium* является гриб *F. equiseti* с частотой встречаемости в стадию середина цветения (ст. 65) в среднем 30,5 % и в стадию мягкая восковая спелость (ст. 85) – 31,9 %. Частота встречаемости гриба *F. oxysporum* составила 23,6 % (ст. 65) и 16,0 % (ст. 85). С несколько меньшей доле в патогенном комплексе в ст. 65 и ст. 85 отмечались грибы *F. solani* – 13,7 и 11,5 %, *F. culmorum* – 10,2 и 11,3 % и *F. avenaceum* – 5,1 и 8,9 % соответственно. В отношении гриба *F. avenaceum* в ст. 65 выявлена прямая отрицательная зависимость частоты встречаемости гриба от количества осадков, выпавших за период посев – середина цветения ($r = -0,82$), а в отношении гриба *F. culmorum* – прямая положительная зависимость ($r = 0,72$) за тот же период.

Ключевые слова: яровая тритикале, корневая гниль, грибы рода *Fusarium*, частота встречаемости.

Введение. Грибы рода *Fusarium* являются возбудителями многих болезней зерновых культур, в число которых входит корневая гниль яровой тритикале. Болезнь проявляется в виде побурения корней, подземного междоузлия, узла кушения, основания стебля, что приводит к гибели всходов, отставанию в росте, отмиранию продуктивных стеблей, пустоколосице и шуплости зерна [1, 2]. Корневая гниль относится к числу наиболее широко распространенных болезней культуры и ежегодно отмечается в посевах. Поражение корневой системы грибами рода *Fusarium* приводит к существенному снижению основных показателей урожайности яровой тритикале. Вследствие развития болезни происходит уменьшение количества зерен в колосе на 5,0–35,7 %, массы зерен колоса – на 25,0–40,0 %, массы 1000 зерен – на 4,3–9,7 % [3].

По характеру взаимоотношений с зерновыми культурами грибы рода *Fusarium* относятся к факультативным паразитам, то есть они способны питаться сапротрофно в почве, а при ослаблении растений переходить к

паразитизму, в связи с чем развитию фузариозной корневой гнили способствует как недостаток [4, 5, 6, 7], так и избыток влаги в почве [4, 6, 8, 9], которые приводят к ухудшению общего состояния растений. Это подтверждает выявленная по результатам наших предыдущих исследований полиномиальная зависимость ($R^2=0,75$; $p<0,01$) между суммой осадков за вегетационный период и интенсивностью развития корневой гнили в течение вегетации [10].

Видовой состав фузариозной корневой гнили представлен комплексом грибов-возбудителей из рода *Fusarium*, который отличается в зависимости от зерновой культуры, места произрастания, сорта и стадии развития растений [11, 12, 13, 14]. Наиболее широкое распространение во всем мире получили грибы *F. graminearum* Schwabe и *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., затем *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. oxysporum* Schldtl., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. solani* (Mart.) Sacc. (по современной систематике – *Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard & Crous) [15, 16, 17, 18, 19]. В Беларуси в посевах зерновых в конце 90-х гг. прошлого века [20, 21] основу фузариозного комплекса корневой гнили на озимых зерновых культурах составляли грибы *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichiella*, *F. avenaceum*, *F. sambucinum*, в посевах яровых культур – виды *F. oxysporum* и *F. culmorum* [21]. В 2000-х гг. на корневой системе озимой пшеницы доминировали грибы *F. culmorum*, *F. oxysporum* и *F. poae* [22], а спустя десятилетие – виды *F. culmorum*, *F. avenaceum* и *F. equiseti* [23].

На структуру комплекса грибов рода *Fusarium*, поражающих корневую систему, значительное влияние оказывают климатические факторы [24, 25]. Помимо этого между грибами рода *Fusarium* отмечается наличие межвидовых взаимоотношений в виде конкуренции и антагонизма, что обуславливает изменчивость в структуре фузариозного комплекса [26, 27, 28].

Целью исследований было определение видового состава грибов рода *Fusarium* в течение вегетационного сезона яровой тритикале, уточнение доминирующих видов и выявление гидротермических условий, влияющих на структуру патогенного комплекса.

Материалы и методы исследования. Возделывание яровой тритикале в период исследований проводилось на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Сев был осуществлен в третьей декаде апреля с нормой высева 5,0–5,5 млн зерен на гектар. Исследования в 2015–2021 гг. проводились на сорте Узор, в 2022 г. – на сорте Дублет. Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, кислотность почвы варьировала от 5,0 до 6,5, содержание гумуса – от 2,0 до 2,8 %. Предшественники – озимые зерновые (2015, 2017, 2020, 2021 гг.), картофель (2016, 2022 гг.), лен (2018 г.), кукуруза (2019 г.). Обработка

почвы и уход за посевами проводились по общепринятой технологии для возделывания яровой тритикале в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

С целью изучения видового состава грибов, поражающих корневую систему яровой тритикале в течение вегетации, нами отбирались пробы в стадии 2-х узлов (ст. 32), середина цветения (ст. 65) и мягкая восковая спелость (ст. 85). Стадия 2-х узлов приходилась на I–II декаду июня, ст. 65 – III декаду июня, ст. 85 – III декаду июля.

Для выделения грибов-возбудителей корневой гнили яровой тритикале отбирали пробу (25 растений) и промывали корни под проточной водой в течение часа. Затем их нарезали на фрагменты длиной 1–1,5 см, погружали в 70 %-й спирт на 15–20 сек. для дезинфицирования, после просушивали между слоями стерильной фильтровальной бумаги и раскладывали на картофельно-глюкозный агар (КГА) в чашках Петри. Предварительно в КГА добавляли 1–2 капли детергента Triton X-100 для ограничения линейного роста грибов рода *Fusarium* и 6 мл 5 %-го раствора стрептомицина для подавления роста бактерий. Чашки инкубировали в течение 7–10 суток при температуре 22–25 °С, после чего пересевали выросшие колонии грибов в пробирки со средой КГА [29]. Видовую идентификацию грибов рода *Fusarium* проводили по определителю, составленному W. Gerlach, H. Nirenberg [30]. Частоту встречаемости (%) грибов рассчитывали как отношение количества анализируемых колоний к общему количеству колоний.

Корреляционные зависимости между частотой встречаемости грибов и гидрометеорологическими данными определяли с помощью средств анализа данных в программе Microsoft Excel 2010. Сумма осадков и средняя температура воздуха за анализируемые периоды представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Метеорологические данные (метеостанция РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки)

Период	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	Сумма осадков, мм							
Ст. 09–65	99,4	75,0	114,2	80,8	116,6	121,2	119,2	161,2
Ст. 65–85	92,4	145,2	141,2	166,4	82,8	82,2	71,8	97,4
Ст. 09–85	191,8	220,2	255,4	247,2	199,4	203,4	191,0	258,6
Средняя температура воздуха, °С								
Ст. 09–65	13,8	15,8	15,2	16,4	17,1	16,2	17,2	19,1
Ст. 65–85	17,3	19,0	18,8	18,3	16,6	17,9	22,2	18,5
Ст. 09–85	15,6	17,4	17,0	17,4	16,9	16,7	18,8	16,9

Примечание – ст. 09 – появление всходов.

Результаты исследований и их обсуждение. Микологический анализ проб корневой системы яровой тритикале, отобранных в различные стадии развития культуры, показал, что частота встречаемости грибов рода *Fusarium* возрастала по мере роста и развития растений. В ст. 32 доля грибов рода *Fusarium* в общей структуре грибов, контаминирующих корневую систему, составляла от 3,7 до 41,1 %, а в среднем за годы исследований – 11,4 % (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости грибов, контаминирующих корневую систему яровой тритикале в течение вегетации (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Грибы	Частота встречаемости, %								Среднее*
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	
ст. 32									
<i>Fusarium</i> spp.	3,7	17,6	4,7	20,4	3,8	41,1	0,0	0,0	11,4±5,0
Прочие	96,3	82,4	95,3	79,6	96,2	58,9	100	100	88,6±5,0
ст. 65									
<i>Fusarium</i> spp.	21,3	30,3	34,7	36,1	20,6	29,7	12,8	6,2	24,0±3,8
Прочие	78,7	69,7	65,3	63,9	79,4	70,3	87,2	93,8	76,0±3,8
ст. 85									
<i>Fusarium</i> spp.	20,6	49,0	41,4	36,4	26,6	32,8	5,9	11,5	28,0±5,2
Прочие	79,4	51,0	58,6	63,6	73,4	67,2	94,1	88,5	72,0±5,2

Примечание – «Прочие» – *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria* spp. и другие; «*» – к среднему рассчитана стандартная ошибка.

Во второй половине вегетации в ст. 65 и 85 частота встречаемости грибов рода *Fusarium* в среднем составила 24,0 и 28,0 % соответственно.

Всего было идентифицировано 11 видов грибов рода *Fusarium* – *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. cerealis*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. dimerum* и комплекс видов *Gibberella fujikuroi*. Наибольшая частота встречаемости за все годы исследования в ст. 65 отмечена у гриба *F. equiseti* – в среднем 30,5 %, затем у *F. oxysporum* (23,6 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Частота встречаемости видов грибов рода *Fusarium* в ст. 65 (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Гриб	Частота встречаемости, %								Среднее*
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	
<i>F. equiseti</i>	62,2	35,7	6,7	7,2	0,0	73,3	9,1	50,0	30,5±10,1
<i>F. oxysporum</i>	16,2	10,7	4,4	37,7	76,9	6,7	36,3	0,0	23,6±9,1
<i>F. solani</i>	0,0	0,0	64,4	0,0	0,0	0,0	45,5	0,0	13,7±9,2
<i>F. culmorum</i>	13,5	0,0	0,0	5,8	0,0	3,3	9,1	50,0	10,2±5,9
<i>F. avenaceum</i>	5,4	17,8	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1±2,8

Примечание – «*» – к среднему рассчитана стандартная ошибка.

В зависимости от года исследования доля гриба *F. culmorum* достигала 50,0 %, но в среднем за анализируемые годы не превысила 10,2 %. С высокой долей в патогенном комплексе отмечался гриб *F. solani* в 2017 и 2021 гг. – 64,4 и 45,5 % соответственно, а в другие годы гриб не встречался вовсе. Гриб *F. avenaceum* также отмечался редко с частотой встречаемости до 17,8 %.

Доля грибов *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani* изменялась независимо от количества осадков или температуры. В отношении гриба *F. avenaceum* выявлена прямая отрицательная зависимость его частоты встречаемости от количества осадков, выпавших за период посев – середина цветения ($r = -0,82$). В 2016 и 2018 гг., когда в разрезе исследуемых лет выпало наименьшее количество осадков, встречаемость вида была максимальной (17,4–17,8 %). Доля гриба *F. culmorum* наоборот возрастала в годы с большим количеством осадков за указанный период ($r = 0,72$).

К концу вегетации в ст. 85 также как и в ст. 65 доминировал гриб *F. equiseti* с частотой встречаемости в среднем 31,9 % (таблица 4).

Таблица 4 – Частота встречаемости видов грибов рода *Fusarium* в ст. 85 (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Гриб	Частота встречаемости, %								
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее*
<i>F. equiseti</i>	27,9	25,0	33,3	5,1	32,1	55,3	33,3	42,9	31,9±5,1
<i>F. oxysporum</i>	39,5	6,3	4,2	40,7	7,1	7,9	22,2	0,0	16,0±5,7
<i>F. solani</i>	0,0	0,0	8,3	0,0	39,3	0,0	44,5	0,0	11,5±6,7
<i>F. avenaceum</i>	4,7	0,0	0,0	10,2	0,0	13,2	0,0	42,9	8,9±5,2
<i>F. culmorum</i>	16,3	28,1	20,8	0,0	14,3	10,5	0,0	0,0	11,3±3,8

Примечание – «*» – к среднему рассчитана стандартная ошибка.

Отмечено снижение доли гриба *F. oxysporum* – в среднем 16,0 %. В 2016 и 2017 гг. гриб *F. culmorum* в ст. 65 не встречался, к ст. 85 доля патогена увеличилась до 28,1 и 20,8 % соответственно, что может быть обусловлено выпадением осадков почти в два раза большем количестве в сравнении с предыдущим периодом. В отношении всех исследуемых грибов не установлены достоверные зависимости с количеством осадков или температурой в ст. 85.

Вариабельность встречаемости грибов рода *Fusarium* независимо от погодных условий может быть обусловлена складывающимися взаимоотношениями между видами, которые могут проявляться в виде антагонизма. Известно, что взаимоотношения грибов *F. equiseti*, *F. culmorum* и *F. avenaceum* проявляются в виде фунгистатического одностороннего антагонизма, где гриб *F. culmorum* вызывает замедление роста грибов *F. equiseti*, *F. avenaceum*. Также в литературе имеются

данные, что гриб *F. avenaceum* обладает низкой ингибирующей активностью по отношению к грибу *F. oxysporum* и ряду других грибов рода *Fusarium* [22, 27, 28].

По литературным данным гриб *F. equiseti* широко распространен, встречается на многих растениях и часто выделяется из почвы. Обычно его рассматривают как вторичный патоген, поскольку часто гриб выделяют из растений, уже колонизированных другими видами. Также в почвенных образцах значительно дольше, чем другие виды сохраняются грибы *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani*, что связывают с их способностью обильно образовывать хламидоспоры [31].

Заключение. Видовой состав корневой гнили яровой тритикале представлен 11 видами грибов, из которых доминирующими в ст. 65 являлись *F. equiseti* и *F. oxysporum* с частотой встречаемости в среднем за годы исследования 30,5 и 31,9 % соответственно. В ст. 85 также доминировал гриб *F. equiseti* с долей в патогенном комплексе в среднем 31,9 %, а частота встречаемости гриба *F. oxysporum* снизилась до 16,0 %. В зависимости от года исследования отмечалась высокая встречаемость грибов *F. solani* – до 64,4 % в ст. 65, *F. culmorum* – до 50,0 % в ст. 65 и *F. avenaceum* – до 42,9 % в ст. 85. Обильное выпадение осадков от посева до стадии середина цветения способствует увеличению частоты встречаемости гриба *F. culmorum* ($r=0,72$), а дефицит осадков обуславливает увеличение доли гриба *F. avenaceum* ($r=-0,82$). В отношении грибов *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani* не выявлено зависимости от погодных условий.

Список литературы

1. Коршунова, А. Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумаков, Р. И. Щекочихина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.
2. Чулкина, В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В. А. Чулкина; Акад. наук СССР [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 188 с.
3. Радивон В. А. Вредоносность болезней, вызываемых грибами рода *Fusarium*, в посевах яровой 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.
4. Григорьев, М. Ф. Корневые гнили зерновых культур и закономерности их проявления на примере Центрального Нечерноземья России. (Этиология, экология, распространение, вредоносность) / М. Ф. Григорьев; Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М.: [б. и.], 2016. – 532 с.
5. Bateman, G. L. Seasonal variations in populations of *Fusarium* species in wheat-field soil / G. L. Bateman, G. Murray // Appl. Soil Ecol. – 2001. – Vol. 18, iss. 2. – P. 117–128.
6. Burgess, L. W. General ecology of *Fusaria* / L. W. Burgess // *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy* / eds. P. E. Nelson, T. A. Tousson, R. J. Cook. – University Park, London: State University of Pennsylvania Press, 1981. – P. 225–235.
7. Pathogenicity of fungi associated with the wheat crown rot complex in Oregon and Washington / R. W. Smiley [et al.] // Plant Disease. – 2005. – Vol. 89, iss. 9. – P. 949–957.

8. Шахнозарова, В. Ю. Влияние влажности на развитие *Fusarium culmorum* в почве / В. Ю. Шахнозарова, О. К. Струнникова, Н. А. Вишневецкая // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33, вып. 1. – С. 53–59.
9. Шпанев, А. М. Распространение корневых гнилей зерновых культур на территории Воронежской области / А. М. Шпанев, Н. Я. Байбакова // Корневые гнили с.-х. культур: биология, вредоносность, системы защиты : материалы Междунар. научн.-практ. конф., Краснодар, 14–17 апр. 2014 г. / Кубан. гос. аграр. ун-т ; отв. ред. М. И. Зимко. – Краснодар, 2014. – С. 56–58.
10. Радивон, В. А. Влияние гидротермических условий вегетационного сезона на развитие корневой гнили в посевах сортов ярового тритикале / В. А. Радивон // 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. – 129–136.
11. Артемова, О. В. Влияние степени поражения растений озимой пшеницы возбудителями корневых гнилей на посевные качества семян нового урожая / О. В. Артемова // Защита растений: сб. науч. тр.: НИРУП «Белорус. ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2002. – Вып. 26. – С. 19–23.
12. Буга, С. Ф. Проблема корневых гнилей зерновых культур в Беларуси / С. Ф. Буга // Земледелие и защита растений. – 2005. – № 2. – С. 37–41.
13. 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, РУП “Ин-т защиты растений”. – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.
14. Study of the fungal complex responsible for root rot of wheat and barley in the north-west of Morocco / S. Qostal [et al.] // Plant Archives. – 2019. – Vol. 19, iss. 2. – P. 2143–2157.
15. Корецкая, Л. С. Селекция тритикале на устойчивость к фузариозным корневым гнилям в условиях Республики Молдова / Л. С. Корецкая, Г. А. Лупашку, С. И. Гавзер // Генетика и селекция тритикале в Молдове : сб. ст. / АН Респ. Молдова, Ин-т генетики, Молд. О-во генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. – Кишинев : Штинца, 1992. – С. 141–166.
16. Cook, R. J. *Fusarium* root, crown, and foot rots and associated seedling diseases / R. J. Cook // Compendium of wheat diseases and pests / eds. W. W. Bockus [et al.]. – 3rd ed. – St. Paul, Minn., 2010. – P. 37–39.
17. 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, iss. 2. – P. 164–169.
18. Survey of *Fusarium* species associated with crown rot of wheat and barley in eastern Australia / D. Backhouse [et al.] // Australasian Plant Pathol. – 2004. – Vol. 33, iss. 2. – P. 255–261.
19. Survey of *Fusarium* spp. causing wheat crown rot in major winter wheat growing regions of China / X.-X. Zhang [et al.] // Plant Disease. – 2015. – Vol. 99, iss. 11. – P. 1610–1615.
20. Буга, С. Ф. Проблемы фузариозов зерновых культур в Республике Беларусь и пути ее решения / С. Ф. Буга, Л. А. Ушкевич // Фузариоз колоса зерновых злаковых культур : тез. докл. науч.-координац. совещ., Краснодар, 19–22 окт. 1992 г. / Северо-Кавк. науч.-исслед. ин-т фитопатологии ; редкол.: В. Т. Гончаров (отв. ред.) [и др.]. – Краснодар, 1992. – С. 11–12.
21. Распространенность грибов рода *Fusarium* и структура фузариозных комплексов агрофитоценозов озимых 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. 55–64.
22. Артемова, О. В. Видовой состав грибов рода *Fusarium* Link, встречающихся на корневой системе растений озимой пшеницы / О. В. Артемова // Защита растений : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, РНУП “Ин-т защиты растений”; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. 28. – С. 63–67.

23. Effect of temperature and duration of wetness during initial infection periods on disease development, fungal biomass and mycotoxin concentrations on wheat inoculated with single, or combinations of *Fusarium* species / X. M. Xu [et al.] // *Plant Pathology*. – 2007. – Vol. 56, № 6. – P. 943–956.
24. Mandeel, Q. A. Biodiversity of the genus *Fusarium* in saline soil habitats / Q. A. Mandeel // *Basic Microbiol.* – 2006. – Vol. 46. – P. 480–494.
25. Артемова, О. В. Изучение взаимоотношений между грибами рода *Fusarium* как основа для биологической защиты пшеницы от корневых гнилей / О. В. Артемова // *Природа, человек и экология : материалы V междунар. конф. студентов и аспирантов (г. Горки, 8–10 нояб. 2000 г.) / Белорус. координац. центр науч.-исслед. работы студентов, Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. Р. Цыганов (отв. ред.) [и др.]*. – Горки, 2001. – С. 9.
26. Буга, С. Ф. Взаимоотношения грибов, доминирующих в патогенном комплексе корневой системы озимой пшеницы [Антагонизм между грибами *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium culmorum* – возбудителями корневой гнили (Белоруссия)] / С. Ф. Буга, Н. А. Склименок // *Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трешко (гл.ред.) [и др.]*. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 75–81.
27. Колесников, Л. Е. Методы оценки устойчивости пшеницы к болезням / Л. Е. Колесников, Э. А. Власова // *Всероссийская конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям : первая Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям (С.-Петербург, 2002 г.) : науч. материалы / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ защиты растений, Рос. фитопатолог. о-во, Рус. энтомол. о-во.–СПб., 2002. – С. 195–196.*
28. Gerlach, W. The genus *Fusarium* : a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin ; Hamburg : Parey, 1982. – 406 p.
29. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // *Защита и карантин растений*. – 2011. – № 5. – С. 69–120.

V. A. Radivon

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

SPECIES COMPOSITION OF FUSARIUM ROOT ROT OF SPRING TRITICALE AND THE INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON THE FREQUENCY OF OCCURRENCE OF FUNGI OF THE GENUS FUSARIUM

Annotation. Studies on the species composition of Fusarium Root Rot of spring triticale that were carried out in 2015–2022 showed that the dominant species from the complex of fungi of the genus *Fusarium* is the fungus *F. equiseti* with a frequency of occurrence of 30,5 % in the growth stage Flowering halfway (GS 65) and 31,9 % in Soft dough (GS 85). The frequency of occurrence of the fungus *F. oxysporum* was 23,6 % (GS 65) and 16,0 % (GS 85), *F. solani* – 13,7 % (GS 65) and 11,5 % (GS 85), *F. culmorum* – 10,2 % (GS 65) and 11,3 % (GS 85), *F. avenaceum* – 5,1 % (GS 65) and 8,9 % (GS 85). For the fungus *F. avenaceum* in GS 65, there was a negative correlation ($r=-0,82$) between the frequency of occurrence of the fungus and the amount of precipitation that fell during the period from sowing to growth stage Flowering halfway, and for the fungus *F. culmorum* there was a positive correlation ($r=0,72$) for the same period.

Key words: spring triticale, root rot, fungi of the genus *Fusarium*, frequency of occurrence.

Е. И. Рожко, Н. А. Крупенько

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

СЕТЧАТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (*PYRENOPHORA TERES* DRECHSLER) (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Дата поступления статьи в редакцию: 05.06.2024

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

Аннотация. Сетчатая пятнистость (*Pyrenophora teres* Drechsler) относится к числу доминирующих болезней на листовом аппарате ярового ячменя. В статье предоставлен обзор литературных данных по распространению, вредоносности, биологическим и экологическим особенностям возбудителя.

Ключевые слова: сетчатая пятнистость, яровой ячмень, распространенность, вредоносность, жизненный цикл.

Введение. Решение задач продовольственной безопасности страны неразрывно связано с производством зерна. Одной из традиционных зерновых культур в Республике Беларусь является яровая ячмень (*Hordeum vulgare* L.). Постепенно изменяющиеся погодные и хозяйственно-экономические условия привели к тенденции уменьшения его посевных площадей с 529,1 тыс. га (2012 г.) до 314,3 тыс. га (2022 г.) [6, 29]. На весенний сев этой культуры приходится около 60 % от всей площади высеваемых яровых зерновых [20]. Урожайность ярового ячменя в среднем по республике составляет 34 ц/га [6].

Интенсификация производства, возделывание восприимчивых сортов, изменяющиеся погодные условия, обуславливают ежегодное поражение культуры болезнями грибной этиологии, среди которых на листовом аппарате доминирует сетчатая пятнистость, возбудитель – гриб *Pyrenophora teres* Drechsler [21, 24, 25].

Целью данной работы является анализ иностранной и отечественной литературы по распространению, вредоносности и биологическим особенностям возбудителя сетчатой пятнистости.

Географическое распространение. Болезнь наиболее распространена в странах с высокой долей зерновых культур: в Европе, Азии, Южной и Северной Америке, Австралии и Океании [44, 47, 53, 63]. Существуют два вида проявления симптомов сетчатой пятнистости: сетчатый (net-type) и пятнистый тип (spot-type) [5, 60].

Пятнистый тип болезни стали выявлять только с 1963 г. и на сегодняшний день его распространение достигло такого же ареала, как и

сетчатого, а в некоторых регионах он является доминирующим [46, 53, 55, 56]. На территории России пятнистый тип впервые был выявлен в 2010 г. в Краснодарском крае на сортах западной селекции [3]. В Беларуси spot-типе был впервые зарегистрирован в 2014 году в Ивановском районе Брестской области в посевах ярового и озимого ячменя также на западных сортах [12, 28, 34].

Вредоносность. Возбудитель сетчатой пятнистости поражает листья, листовые влагалища, листовые обертки, стебли, колос ячменя [7, 16, 24, 60]. Вредоносность болезни заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности за счет разрушения хлорофилла фитотоксинами, что приводит к отмиранию листьев, ускоренному созреванию и щуплости зерна [23, 42]. Недобор урожая в результате поражения сетчатой пятнистостью может достигать 21,0–44,0 % [49, 58, 64, 69].

Помимо ячменя, являющегося основным хозяином гриба *P. teres*, в литературе также имеются сведения о том, что патоген поражает злаки из других родов, таких как *Avena*, *Triticum*, *Bromus* и др. [7, 16, 24, 60].

Симптоматика. Типичные симптомы сетчатой пятнистости (в виде сетчатого рисунка), проявляются в виде мельчайших пятен или полос, которые разрастаются, образуя на листьях продольные и поперечные бурые полосы (с вертикальными и горизонтальными перегородками внутри поражений), в результате приобретая характерный сетчатый узор с зоной хлороза вокруг места заражения. Поражения могут достигать 25 мм в длину. Интенсивное развитие патогена может привести к полному отмиранию листьев [53, 65, 68]. Симптомы на стеблях, колосе, колосовых чешуях и зерне проявляются в виде светло- или темно-бурых округлых пятен и полосок [31, 40, 62].

Пятнистый тип болезни проявляется на листьях в виде темно-коричневых эллиптических некротических пятен (размером 3×6 мм) с хлоротичными краями различной ширины. Считается, что хлороз имеет большую вредоносность, нежели некрозы. На стебле инфекция проявляется в виде небольших коричневатых некрозов [4, 55, 61].

На устойчивых сортах симптомы проявляются в виде небольших темно-коричневых пятен с хлоротичными участками вокруг или без них [4, 56, 40, 62].

Сетчатый и пятнистый типы проявления болезни являются идентичными по морфологии, но отличаются на генетическом и патофизиологическом (способ заражения) уровнях. Так, например, в ходе исследований маркеров ДНК и последовательностей генов сетчатого и пятнистого типов было установлено, что они тесно связаны и представляют собой дивергентные генетические группы и филогенетически независимы [45, 56, 60].

Сообщается, что различия в симптомах проявления сетчатой пятнистости могут быть обусловлены различным характером заражения: пятнистый тип развивается медленно, для него характерно ограниченное внутриклеточное развитие, внутри эпидермальных клеток, поэтому данный тип поражения вызывает локальную гибель клеток. Сетчатый тип имеет более обширный субэпидермальный рост с поражением клеток, отдаленных от места заражения гриба [51].

Жизненный цикл возбудителя сетчатой пятнистости начинается в конце вегетации культуры, когда на пораженной соломе формируются псевдотеции.

W.C. McDonald в условиях Австралии установил, что они развиваются при +10...+15 °С (как на свету, так и в темноте), и им требуется от 1 до 6 месяцев для созревания, а также обильные осадки [63].

После созревания псевдотециев ранней весной в них образуются аски, содержащие от трех до восьми (обычно восемь) аскоспор. Аскоспоры являются источником первичного заражения в весенний период. Они разносятся по воздуху ветром или распространяются дождем [5, 44, 40, 66].

Заражение сумкоспорами происходит при влажности 95–100 % и длится от 1 часа (при +25 °С) до 6 часов (при 10 °С) [55]. Симптомы, возникающие в результате первичной инфекции, проявляются в виде водянистых полос, идущих вверх по листьям, или бледно-сероватых пятен в центре листовой пластинки [40, 50].

На пятнах, которые образовались в результате первичного заражения, появляется спороношение. Конидии распространяются ветром и/или осадками на соседние растения или переносятся на большие расстояния, переходя, таким образом, к циклу вторичного заражения, которое происходит через 5–20 дней (в зависимости от условий) после первичного [23, 55, 56, 66].

Благоприятные условия для заражения конидиями наступают при влажной, теплой и солнечной погоде. Рядом авторов было установлено, что оптимальная температура для прорастания конидий в зависимости от типа проявления различается и составляет +25 °С для сетчатого и +20...+25 °С для пятнистого соответственно. Для заражения требуется период увлажнения листьев не менее 2 часов при 100 % относительной влажности воздуха [40, 56, 64, 67]. Патоген сильнее развивается при более длительном периоде повышенной влажности (10–30 и более часов). За сезон формируется несколько повторных заражений конидиями [57, 60].

Было обнаружено, что наибольшее образование конидий происходит при следующих условиях: непрерывный умеренный дождь в течение 6 часов, затем 10 часов солнечного света и максимальная температура +22 °С. На нижних старых листьях количество конидий выше [50].

C.G.J Van den Berg и B.G. Rossnagel (Канада) получили подобные результаты, что распространение конидий сетчатой пятнистости с пиковым высвобождением спор происходит между 12:00 и 18:00 ч и 100 % прорастанием через 6 ч после инокуляции (при оптимальной температуре) [67].

Сетчатая форма болезни помимо листьев поражает также колос и зерна ярового ячменя, что может стать дополнительным источником заражения. В настоящее время считается, что пятнистая форма болезни не поражает колос, однако некоторые ученые в условиях искусственной инокуляции осуществляли передачу данной формы с семенным материалом [52, 56, 62].

Завершается развитие гриба образованием псевдотеций на стерне, остатках соломы или сорных растениях, где в таком виде он сохраняется до следующего вегетационного сезона [22, 38, 53].

Факторы влияющие на развитие заболевания. Капельно-жидкая влага и температура являются важнейшими факторами, влияющими на развитие гриба. По данным Ю.А. Сушевич в Беларуси, коэффициент корреляции (r) между суммой выпавших осадков (в I декаде июня) и развитием заболевания составляет 0,96–0,99, что говорит о прямой корреляции, а между температурой воздуха и развитием варьируется от –0,48 до –0,62 (обратная корреляция) [35].

Аналогичные результаты были получены и Т. К. Шешеговой (Россия). Исходя из ее многолетних данных, развитие сетчатой пятнистости в большей степени зависело от погоды в июне. Так, установлена обратная корреляция между развитием гриба и температурой ($r = -0,48$) [19].

В РБ изучением влияния гидротермических условий на развитие сетчатой пятнистости занималась С. Ф. Буга. В ходе исследований было установлено, что наибольшее влияние на развитие заболевания оказывают погодные условия, а именно прохладная и дождливая погода в периоды посев-всходы-трубкование ($ГТК > 1,9$) [9].

Интегрированная система защиты. Одним из основных элементов современной технологии возделывания ярового ячменя является интегрированная защита от вредных организмов, в частности сетчатой пятнистости. Она включает в себя: организационно-хозяйственные, селекционные, агротехнические, химические и другие мероприятия [41].

Понимание цикла развития сетчатой пятнистости, ее сохранения и способа передачи являются определяющими в формировании системы защиты. Так, основными источниками инфекции являются: семена (внутри сохраняется мицелий, на поверхности – конидии); растительные остатки (зимует мицелий и конидии), псевдотеции на стерне; озимый ячмень и другие дикорастущие злаковые травы, на которых гриб сохраняется в виде мицелия [23, 53, 55, 60].

Влияние обработки почвы. Проанализированные данные о влиянии обработки почвы на развитие сетчатой пятнистости противоречивы. Исследования Т. К. Turkington и соавторов свидетельствуют, что традиционный способ обработки по сравнению с минимальным и безотвальным является более эффективным в снижении развития заболевания. Так, при традиционной обработке развитие в среднем составляло 3,9 %, при минимальной – 4,2 %, при безотвальной – 6,3 % [48].

Согласно другим исследованиям, различные способы обработки почвы не оказывают существенного влияния на развитие и распространение *P. teres* [1, 11, 40].

Размещение культуры играет существенную роль в ограничении распространения и развития болезни. По данным Шпанева А.М., нежелательно размещать производственные посевы ячменя рядом с полями этой же культуры, а также озимой ее формы, так как это может привести к большему распространению патогена [36].

Севооборот. При размещении ярового ячменя в севообороте после таких культур, как горох, кукуруза, овес, донник и др., значительно уменьшается пораженность посевов культуры сетчатой пятнистостью [2, 5].

В системе севооборота возврат ячменя на прежнее место должен осуществляться не ранее чем через 2 года для снижения вероятности заражения [38].

Срок сева также играет определенную роль в развитии сетчатой пятнистости. По данным Щенниковой И.Н., более медленное развитие патогена наблюдалось при запаздывании с севом (в годы с достаточным увлажнением), а в случае раннего срока сева (при таких же условиях) растения ячменя сильнее поражались *P. teres*. [37]

Норма высева. По данным Долгополовой Н.В., наименьшее поражение сетчатой пятнистостью наблюдалось в случаях, когда нормы высева семян составляли 4,0 и 5,0 млн/га. При увеличении нормы до 6,0 млн развитие болезни было в 2 раза сильнее, чем в варианте, где норма высева составляла 5,0 млн зерен на гектар. Сильное развитие патогена было связано, в первую очередь с загущением посевов, что приводило к более интенсивному поражению растений [15].

Выбор сорта. Возделывание устойчивых сортов является наиболее перспективным методом защиты культуры от болезни. По данным Лашиной Н.М., многолетний мониторинг болезней ярового ячменя позволил установить сорта, наиболее устойчивые к сетчатой пятнистости. Так, в группе устойчивых растений (развитие *P. teres* составляло менее 5,0 %) находились сорта: КВС Аста, Мелиус и Фэст. К группе слабо поражаемых (до 20,0 %) сетчатой пятнистостью ячменя были включены следующие сорта: Автограф, Даниэлле, Зу Сурен, КВС Тесса, Изумруд [26].

В Беларуси на протяжении 2012–2021 гг. Сушевич Ю.А. занималась изучением устойчивости сортов ярового ячменя к сетчатой пятнистости. В результате исследований было установлено 6 высокоустойчивых сортов (Linus, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Беркут, Дзівосны) и 26 относительно устойчивых (Баган, Березинский, Визит, Виктор, Гастинец, Добрый, Зазерский 85, Зубр, Идеал, Ладны, Прима Беларуси, Талер, Кузнецкий, Натали, Сож и др.). Из всех вышеперечисленных сортов ярового ячменя, в «Государственный реестр сортов» включены Мелиус, Фэст, Дзівосны, Добры, Зубр, Ладны, Зазерский 85 [13, 34].

Удобрения. Согласно данным ряда авторов, различные дозы вносимых азотных удобрений не оказывали существенного влияния на пораженность ячменя сетчатой пятнистостью, поскольку развитие патогена в основном зависело от погодных условий [30, 43, 59].

По информации Шпанева А.М., органические удобрения непосредственно под ячмень вносить не рекомендуется, так как возрастает процент развития корневых гнилей, что приводит к ослаблению растений и как следствие более высокому поражению листовыми болезнями. Поэтому их следует вносить под предшествующую культуру [36].

Химический метод защиты включает протравливание и обработку фунгицидами и является важным элементом в интегрированной системе защите от сетчатой пятнистости [56]. Эффективность данного метода в значительной степени зависит от правильного выбора фунгицида и сроков его применения [8, 14, 32].

Поскольку возбудитель сетчатой пятнистости сохраняется на семенах, эффективная защита культуры от болезни начинается с выбора протравителя, что целесообразно проводить на основе результатов фитоэкспертизы семян [18, 48]. Протравливание позволяет снизить распространение сетчатой пятнистости на начальных этапах роста растений [17]. В то же время в годы с благоприятными для болезни условиями необходимо применять фунгициды.

Исследования, проведенные С.Ф. Буга, позволили выявить критерий для применения фунгицидов с целью защиты культуры от болезни – наступление биологического порога вредоносности [10].

На сегодняшний день основными классами действующих веществ фунгицидов, используемых во всем мире для ограничения развития *P. teres* являются карбоксамиды (SDHI), азолы (DMI) и стробилурины (QoI) и др., а также их комбинации [56].

Таким образом, для эффективной защиты ярового ячменя от сетчатой пятнистости необходимо: соблюдать севооборот и не допускать повторного посева культуры на том же участке; проводить запахивание растительных остатков; осуществлять посев с рекомендованной нормой высева в оптимальные сроки; использовать районированные

непоражаемые сорта; протравливать семенной материал, а также проводить обработку посевов в период вегетации фунгицидами на основе действующих веществ из различных химических классов (карбоксамиды, азолы, стробилурины и др.) [5, 9, 49].

Заключение. В результате анализа зарубежной и отечественной литературы было установлено, что сетчатая пятнистость, вызываемая грибом *P. teres*, является одной из основных болезней листьев ярового ячменя во всем мире. Она вызывает значительные потери урожая зерна и вместе с тем снижает его качество. Сетчатая пятнистость быстро развивается при оптимальных условиях окружающей среды – длительных периодах повышенной влажности (100 %) и температуры воздуха (+20...+25 °С). Для защиты посевов от болезни широко используются агротехнический, селекционно-генетический и химический методы защиты. Химический способ является одним из самых эффективных и включает в себя как протравливание семенного материала, так и применение фунгицидов в период вегетации.

Список литературы

1. Акимов, Т. М. Развитие грибных болезней и защита зерновых культур при разных технологиях возделывания в ЦР НЧЗ: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Т. М. Акимов. – Москва, 2016. – 156 л.
2. Анисимов, А. И. Борьба с сетчатой пятнистостью ячменя с помощью биопрепаратов в системе органического земледелия / А. И. Анисимова, Н. В. Чернявина, С. А. Доброхотов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : сб. науч. тр. по Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов, Санкт-Петербург-Пушкин, 25-27 февр. 2016 г. / М-во сел. хоз-ва РФ, С.-Петерб. гос. аграр. ун-т ; гл. ред. С. Н. Широков. – СПб : СПбГАУ, 2016. – С. 3–6.
3. Анисимова, А. В. Первая находка гриба *Pyrenophora teres* f. *maculate* в Краснодарском крае / А. В. Анисимова, Н. В. Мироненко, С. А. Левшатанов // Вестн. защиты растений. – 2011. – № 3. – С. 53–56.
4. Астапчук, И. Л. Возбудитель сетчатой пятнистости листьев ячменя: биология, этиология, вирулентность, устойчивость растения-хозяина (краткий обзор) / И. Л. Астапчук // Науч. журнал КубГАУ. – 2017. – № 127 (3). – С. 1–24.
5. Астапчук, И. Л. Оценка исходного материала для селекции озимого ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости листьев *Pyrenophora teres* drechsler и вредоносность патогена в условиях Северного Кавказа: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 / И. Л. Астапчук. – Краснодар, 2019. – 157 л.
6. Сельское хозяйство Республики Беларусь : статистический буклет [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/5d1/nk4xm0sagyz688t64qowzxa74znfj.pdf>. – Дата доступа 08.10.2023 г
7. Биологическая эффективность бактериального агента рода *Bacillus* в отношении *Drechslera teres* на озимом ячмене на стадии проростков / А. М. Асатурова [и др.] // Растения и микроорганизмы : биотехнология будущего : материалы междунар. науч. конф. PLAMIC 2018, Уфа, 13-17 июня, 2018 г. : тез. доклад. / АНО «Центр поддержки академических инициатив»; ред.: И. А. Тихонович [и др.]. – Уфа, 2018. – С. 93.
8. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси : монография / С. Ф. Буга ; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 239 с.

9. Буга, С. Ф. Интегрированная система защиты ячменя от болезней : монография / С. Ф. Буга. – Минск : Ураджай, 1990. – 152 с.
10. Буга, С. Ф. Особенности формирования эпифитотий наиболее вредоносных болезней ячменя и обоснование системы защиты в условиях Лесостепи и Полесья белорусской ССР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.11/ С. Ф. Буга; Укр.с.-х. акад. – Киев, 1988. – 48 с.
11. Влияние минимизации основной обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность ярового ячменя / А. Н. Морозов [и др.] // Междунар. с.-х. журнал. – 2023. – Т.66, № 4 (394). – С. 418-423.
12. Гибридизация между формами *Puccinia teres* в природных популяциях России и Республики Беларусь / Н. В. Мироненко [и др.] // Микология и фитопатология. – 2021. – Т. 55, № 1. – С. 51-58.
13. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране растений»; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск : [б. и.], 2022. – 303 с.
14. Гришечкина, Л. Д. Эффективность и экологическая безопасность современных фунгицидов для защиты зерновых культур / Л. Д. Гришечкина, В. И. Долженко // Агрохимия. – 2013. – № 12. – С. 28–33.
15. Долгополова, Н. В. Приемы защиты ячменя от гельминтоспориоза / Н. В. Долгополова, А. А. Воронина, А. В. Нагорных // Вестн. Курской гос. с.-х. академии. – 2021. – № 8. – С. 90–95.
16. Донцова, А. А. Использование молекулярных методов селекции на устойчивость к сетчатой пятнистости ячменя (Обзор) / А. А. Донцова // Науч. журнал КубГАУ. – 2015. – № 113 (09). – С. 1–11.
17. Дуктов, В. П. Биологическая эффективность химических средств защиты растений в посевах пивоваренного ячменя / В. П. Дуктов, Д. А. Соладатенко // Современные технологии с.-х. производства : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 18 мая 2012 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, УО «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно, 2012. – Ч. 1: Агрономия. Защита растений. Зоотехния. Ветеринария. – С. 142–143.
18. Душкин, Н. Д. Роль фитопатологического анализа семян на оздоровление ячменя [Электронный ресурс] / Н. Д. Душкин, Д. Д. Букреев // Аграрная наука – сельскому хозяйству : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Курск, 27-28 янв. 2009 г. / Курск. гос. с.-х. акад. ; редкол.: В. А. Семькин (пред.) [и др.]. – Курск : КГСХА, 2009. – Ч. 3. – С. 250–252. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_24982540_42453286.pdf. – Дата доступа: 05.04.2024.
19. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов [Электронный ресурс] / Т. К. Шешегова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 58 – 61. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-razvitiya-gribnoy-infektsii-zernovyh-kultur-ot-sezonnnoy-dinamiki-klimaticheskikh-faktorov/viewer>. – Дата доступа: 05.04.2024.
20. Зубкович, А. А. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий Республики Беларусь / А. А. Зубкович, С. И. Гриб // Стратегии и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию» (5-6 июля 2017 г., Жодино) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 220–224.
21. Изменение видового состава возбудителей листовых болезней ячменя в России и Беларуси / О. С. Афанасенко [и др.] // Современная микология в России. – 2015. – Т. 5. – С. 5–7.
22. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам / Е. Е. Радченко [и др.]; под ред.: Е. Е. Радченко; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. центр Рос. Федерации, Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – М. : Россельхозакадемия, 2008. – 433 с.

23. Коготько, Л. Г. Видовой состав возбудителей болезней озимого ячменя / Л. Г. Коготько [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 4. – С. 12–18.
24. Крупенько, Н. А. Сетчатая пятнистость в посевах ярового ячменя / Н. А. Крупенько, А. Н. Халаев // Белорус. сел. хоз-во. – 2022. – № 5 (241). – С. 70–71.
25. Крупенько, Н. А. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур в Беларуси / Н. А. Крупенько [и др.] // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – 2023. – № 47. – С. 86–93.
26. Лашина, Н. М. Создание дигаплоидов ячменя как исходного материала для селекции сортов с групповой устойчивостью к болезням : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Н. М. Лашина. – СПб., 2015. – 207 л.
27. Мезенцева, Е. Г. Оценка эффективности систем удобрения ярового ячменя в зависимости от целевого назначения зерна / Е. Г. Мезенцева [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1 (60). – С. 108–115.
28. Мироненко, Н. В. Методические особенности генетического анализа признака вирулентности у *Pyronophora teres* / Н. В. Мироненко, О. С. Афанасенко // Микология и фитопатология. – 2017. – Том 45, вып. 1. – С. 82.
29. Основные результаты и ближайшие перспективы селекции ячменя в Беларуси / А. А. Зубкович [и др.] // Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции с.-х. растений в Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию Науч.-практ. центра НАН Беларуси по земледелию (7-8 июля 2022 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2022. – С. 168–170.
30. Рогожникава, Е. С. Влияние удобрений на поражение ярового ячменя болезнями в IV агроклиматической зоне ленинградской области / Е. С. Рогожникава, А. М. Шпанев, М. А. Фесенко // Вестн. защиты растений. – 2016. – № 4 (90). – С. 56–61.
31. Сельскохозяйственная фитопатология : учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. — Минск : ИВЦ Минфина, 2017. — 584 с.
32. Степановских, А. С. Химическая защита растений : проблемы и перспективы / А. С. Степановских, С. Ю. Жернова, Г. О. Жернов // Актуальные проблемы медицины и биологии. – 2019. – № 1. – С. 28–34.
33. Сушевич, Ю. А. Изучение биологического разнообразия и особенностей культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyronophora teres* f. *teres* Dreshler в Республике Беларусь / Ю. А. Сушевич, Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2. – С. 28–30.
34. Сушевич, Ю. А. Изучение наследования признака устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости и создание источников устойчивости с комплексом селекционно-ценных признаков / Ю. А. Сушевич. – Вестн. БГСХА. – 2021. – № 1. – С. 77–81.
35. Сушевич, Ю. А. Соответствие лабораторного и полевого метода оценки коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости / Ю. А. Сушевич, Ю. К. Шашко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2. – С. 40–43.
36. Шпанев, А. М. Интегрированная защита ячменя ярового на северо-западе России / А. М. Шпанев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 6. – С. 30–36.
37. Щенникова, И. Н. Влияние сроков сева ячменя на урожайность, качество семян и фитосанитарное состояние посевов / И. Н. Щенникова, Т. К. Шешегова, Ю. Е. Ведерников // Защита и карантин растений. – 2018. – № 10. – С. 17–19.
38. Abede, W. Barley net blotch disease management: A review [Electronic resource] / W. Abede // International J. of environmental & agriculture research. – 2021. – Vol. 7, iss. 9. – Mode of access: https://ijoe-ar.com/assets/articles_menuscripts/file/IJOEAR-SEP-2021-20.pdf. – Date of access: 01.06.2023.
39. Baig, M. N. The Economic, Agronomic and Environmental Impact of No-Till on the Canadian Prairies [Electronic resource] / M. N. Baig, P. M. Gamache. – Edmonton, AB, Canada, 2009. – 134 p. – Mode of access: <https://archive.iwlearn.net/nutrients/whats-new/>

the-economic-agronomic-and-environmental-impact-of-no-till-on-the-canadian-prairies.pdf. – Date of access: 05.04.2024.

40. Brien, O. E. Biological control of *pyrenophora teres* [Electronic resource] / O. E. Brien // Atlantic Technological University. – Mode of access: <https://research.thea.ie/handle/20.500.12065/1201>. – Date of access: 01.06.2023.

41. Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach [Electronic resource] / D. R. Walters [et al.] // European J. of Plant Pathology. – 2012. – Vol. 133 (1). – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-012-9948-x>. – Date of access: 05.04.2024.

42. Dhakal, R. Isolation, protocol optimization and screening of genotypes against net blotch and scald of barley in controlled condition [Electronic resource] / R. Dhakal // SLU university library. – Mode of access: <https://stud.epsilon.slu.se/17798/>. – Date of access: 01.06.2023.

43. Effect of crop residue, nitrogen rate and fungicide application on malting barley productivity, quality, and foliar disease severity [Electronic resource] / T. K. Turkington [et al.] // Canadian J. of Plant Science. – 2012. – Vol. 92 (3). – Mode of access: <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjps2011-216>. – Date of access: 05.04.2024.

44. Effectiveness of fungicides with different modes of action against net blotch disease of two-rowed spring barley / L. A. Suciú [et al.] // Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine. – 2021. – Vol. 78, № 2. – P. 47–58.

45. Evolution of three *Pyrenophora teres* cereal pathogens: Recent divergence, speciation and evolution of non-coding DNA [Electronic resource] / S. R. Ellwood [et al.] // Fungal Genetics and Biology. – 2012. – Vol. 49 (10). – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1087184512001363?via%3Dihub>. – Date of access: 05.04.2024.

46. Fowler, R. A. Occurrence and genetic and pathogenic characterisation of *Pyrenophora teres* f. *teres*, *P. teres* f. *maculata* and their hybrids [Electronic resource] / R. A. Fowler // The University of Queensland's institutional repository. – Mode of access: <https://research.usq.edu.au/item/q4x25/occurrence-and-genetic-and-pathogenic-characterisation-of-pyrenophora-teres-f-teres-p-teres-f-maculata-and-their-hybrids>. – Date of access: 01.06.2023.

47. House, G. L. Ecology of low-input, no-tillage agroecosystems [Electronic resource] / G. L. House, G. E. Brust // Agriculture, ecosystems & environment. – 1989. – Vol. 27, iss. 1. – Mode of access: [https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/1989AgEE...27..331H/doi:10.1016/0167-8809\(89\)90096-0](https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/1989AgEE...27..331H/doi:10.1016/0167-8809(89)90096-0). – Date of access: 05.04.2024.

48. Impact of crop management on leaf diseases in Alberta barley fields, 1995–1997 [Electronic resource] / T. K. Turkington [et al.] // Canadian J. of Plant Pathology. – 2006. – Vol. 28, iss. 3. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/07060660609507318>. – Date of access: 05.04.2024.

49. Jebbouj, R. Barley yield losses due to defoliation of upper three leaves either healthy of infected at boot stage by *Pyrenophora teres* f. *teres* [Electronic resource] / R. Jebbouj, B. E. Yousfi // European J. of Plant Pathology. – 2009. – Vol. 125. – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-009-9483-6>. – Date of access: 05.04.2024.

50. Jordan, V. W. L. Aetiology of barley net blotch caused by *Pyrenophora teres* and some effects on yield / V. W. L. Jordan // Plant pathology. – 1981. – Vol. 30, iss. 2. – P. 77–87.

51. Lightfoot, D. J. Growth of *Pyrenophora teres* in planta during barley net blotch disease [Electronic resource] // D. J. Lightfoot, A. J. Able // Australian plant pathology. – 2010. – Vol. 39. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1071/AP10121>. – Date of access: 05.04.2024.

52. Louw, J. P. J. Relative importance of the barley net blotch pathogens *Pyrenophora teres* f. *teres* (net-type) and *P. teres* f. *maculata* (spot-type) in South Africa [Electronic resource] / J. P. J. Louw, P. W. Crous, G. Holz // African plant protection. – 1996. – Vol. 2. – Mode of access: <https://pure.knaw.nl/ws/files/531944/14677.pdf>. – Date of access: 05.04.2024.

53. Marzani, Q. A. Fungicide resistance and efficacy for control of *pyrenophora teres* and *mycosphaerella graminicola* on barley and wheat [Electronic resource] / Q. A. Marzani // University of Nottingham. – Mode of access: <https://eprints.nottingham.ac.uk/12633/s>. – Date of access: 01.06.2023.

54. *Pyrenophora teres*: Taxonomy, morphology, interaction with barley, and Mode of control [Electronic resource] / A. Backes [et al.] // *Frontiers in plant science*. – 2021. – V. 12. – Mode of access: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.614951>. – Date of access: 05.04.2024.
55. Mclean, M.S. Epidemiology and control of spot form of net blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata*) of barley: a review [Electronic resource] / M. S. Mclean, B. J. Howlett, G. L. Hollaway // *Crop & Pasture Science*. – 2009. – Vol. 60, iss. 4. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1071/CP08173>. – Date of access: 05.04.2024.
56. Net blotch (*Pyrenophora teres* Drechsler): An increasingly significant threat to barley production [Electronic resource] / A. Tomic [et al.] // *Plant protection science*. – 2024. – V. 60. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.17221/122/2023-PPS>. – Date of access: 05.04.2024.
57. Occurrence and frequency of spot form and net form of net blotch disease of barley in Algeria [Electronic resource] / H. I. Lammari [et al.] // *Journal of Plant Diseases and Protection*. – 2020. – Vol. 127, № 10. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1007/s41348-019-00278-w>. – Date of access: 05.04.2024.
58. Petta, A. Net blotch of barley (*Hordeum vulgare*), caused by *Drechslera teres* and its effect on yield [Electronic resource] / A. Petta, M. Lavilla // *Agronomía Mesoamericana*. – 2023. – Vol. 34 (1). – Mode of access: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/50620/54075>. – Mode of access: 05.04.2024.
59. *Pyrenophora teres* and *Rhynchosporium secalis* infections in malt barley as influenced by genotype, spatial and temporal effects and nitrogen fertilization [Electronic resource] / P. Vahamidis [et al.] // *bioRxiv*. – 2019. – Mode of access: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/649475v1.full>. – Date of access: 05.04.2024.
60. *Pyrenophora teres*: profile of an increasingly damaging barley pathogen [Electronic resource] / Z. Liu [et al.] // *Molecular Plant Pathology*. – 2011. – Vol. 12, iss. 1. – Mode of access: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00649.x>. – Date of access: 05.04.2024.
61. Sharma, H. S. S. Assessment of the reaction of some spring barley cultivars to *Pyrenophora teres* using whole plants detached leaves and toxin bioassay [Electronic resource] / H. S. S. Sharma // *Plant Pathology*. – 1984. – Vol. 3, iss. 3. – Mode of access: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1984.tb01332.x>. – Mode of access: 05.04.2024.
62. Shipton, W. A. Net blotch of barley [Electronic resource] / W. A. Shipton // *J. of the Department of Agriculture*. – 1966. – Vol. 7, № 3. – Mode of access: https://library.dpird.wa.gov.au/journal_agriculture4/vol7/iss3/8?utm_source=library.dpird.wa.gov.au%2Fjournal_agriculture4%2Fvol7%2Fiss3%2F8&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages. – Mode of access: 05.04.2024.
63. Shipton, W. A. Net blotch of barley [Electronic resource] / W. A. Shipton, T. N. Khan, W. J. R. Boyd // *Review of plant pathology*. – 1973. – Vol. 52, № 5. – Mode of access: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063049490>. – Mode of access: 05.04.2024.
64. Barley diseases and their management: An Indian perspective [Electronic resource] / O. P. Gangwar [et al.] // *Society for Advancement of Wheat and Barley Research*. – 2018. – Vol. 10. – P. 138–150.
65. Smedegard-Petersen, V. Isolation of two toxins produced by *Pyrenophora teres* and their significance in disease development of net-spot blotch of barley [Electronic resource] / V. Smedegard-Petersen // *Physiological Plant Pathology*. – 1977. – Vol. 10, iss. 3. – Mode of access: [https://doi.org/10.1016/0048-4059\(77\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0048-4059(77)90024-8). – Mode of access: 05.04.2024.
66. Fowler, R. A. Pathogenic variation of *Pyrenophora teres* f. *teres* on *Hordeum vulgare* in Australia and identification of genomic regions for resistance and susceptibility to net form net blotch [Electronic resource] / R. A. Fowler // *UQ eSpace*. – Mode of access: <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:9ced284>. – Date of access: 27.08.2023.
67. Van den Berg, C. G. J. Effects of temperature and leaf wetness period on conidium germination and infection of barley by *Pyrenophora teres* [Electronic resource] / C. G. J. Van den Berg, B. G. Rossnagel // *Canadian j. of plant pathology*. – 1990. – Vol. 12, iss. 3. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/07060669009500997>. – Date of access: 05.04.2024.

68. Van der Plank, J. E. Plant diseases: epidemics and control [Electronic resource] / J. E. Vanderplank // CABI Digital Libraryhttps. – Mode of access: www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19641101818. – Date of access: 05.04.2024.

69. Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch [Electronic resource] / K. W. Jayasena [et al.] // Australasian Plant Pathology. – 2007. – Vol. 36 (5). – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1071/AP07046>. – Date of access: 05.04.2024.

E. I. Rozhko, N. A. Krupenko

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

NET BLOTCH OF SPRING BARLEY (*PYRENOPHORA TERES* DRECHSLER) (LITERATURE REVIEW)

Annotation. Net blotch (*Pyrenophora teres* Drechsler) is one of the dominant diseases on the leaf apparatus of spring barley. The article provides a review of literature data on the prevalence, harmfulness, biological and environmental characteristics of the pathogen.

Key words: net blotch, spring barley, prevalence, harmfulness, life cycle.

Е. О. Сеньковский, Н. А. Крупенько

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

ОСНОВНЫЕ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ СОИ, ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ВРЕДНОСНОСТЬ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Дата поступления статьи в редакцию: 19.06.2024

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

Аннотация. Соя является ценной кормовой и масличной культурой во всем мире. Одним из факторов, ограничивающих получение высоких урожаев культуры, являются болезни различной этиологии, среди которых поражение грибами и грибоподобными организмами относится к числу наиболее вредоносных и экономически значимых. Расширение посевных площадей сои в Беларуси и недостаточная изученность видового состава возбудителей болезней грибной этиологии обуславливает актуальность анализа отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу. В статье приведены данные о патогенах, развивающихся в посевах сои, их распространении в мире, вредоносности, симптоматике, биологических особенностях и способах ограничения их развития.

Ключевые слова: соя, болезни, пероноспороз, мучнистая роса, аскохитоз, церкоспороз, септориоз, альтернариоз, антракноз, фузариозное увядание, склеротиниоз, система защиты.

Введение. Одной из перспективных культур для возделывания в наших условиях является соя, однако в структуре посевов зернобобовых культур она занимает относительно небольшие площади возделывания. Соя характеризуется высоким содержанием белка с уникальным аминокислотным составом, а также богата жирами, углеводами и минеральными веществами. Благодаря своему уникальному химическому составу она является многопрофильной культурой, которая используется в 10 отраслях хозяйственной деятельности, из нее производят свыше 400 видов продукции [25].

Несмотря на высокий потенциал, фактическая урожайность культуры зачастую ниже. Этому в значительной степени способствует поражение сои болезнями бактериальной, грибной и вирусной этиологии, причем их соотношение зависит от региона возделывания культуры. Например, в странах Бразилия, Канада, Китай, США, Россия преобладают бактериозы, которые снижают урожайность культуры на 10,0–34,8 % [4, 55]. Поражение сои болезнями грибной этиологии также приводит к недобору 15,0–20,0 % урожая, а при эпифитотийном развитии – до 50,0 % [3, 16]. Учитывая большое экономическое значение болезней,

вызываемых грибами и грибоподобными организмами, в данном обзоре основное внимание будет сосредоточено на данных заболеваниях.

К числу доминирующих во всем мире болезней грибной этиологии относят: пероноспороз, мучнистая роса, аскохитоз, церкоспороз, септориоз, альтернариоз, антракноз, фузариозное увядание, склеротиниоз.

В Беларуси изучением болезней занимались Я.В. Максимович и В.Н. Халецкий. Исследования показали, что в посевах культуры встречались угловатый бактериоз, альтернариоз, церкоспороз, белая гниль [18]. На семенном материале сои были выявлены *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Syd. et Hans., *Stemphylium botryosum* Wallr., *Colletotrichum glycines* Hori (*C. truncatum* (Schw.) Andrus et W.D. Moore), а также *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. [30].

Вместе с тем, недостаточная изученность видового состава возбудителей болезней, их биологических особенностей и вредоносности в условиях нашей страны обуславливает целесообразность анализа отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу, что и определило цель данной работы.

Впервые **пероноспороз** сои был обнаружен в Маньчжурии (в настоящее время часть территории внутренней Монголии и Китая) в 1921 году. Возбудителем данного заболевания является облигатный паразит *Peronospora manshurica* (Naumov) Syd, относящийся к семейству *Peronosporaceae*, роду *Peronospora* [84]. Данное заболевание регистрировалось в следующих странах: Австралия и Океания (Бермуды, Новая Зеландия, Австралия), Азия (Китай, Индия, Иран, Израиль, Казахстан, КНДР (Корейская Народно-Демократическая Республика), Южная Корея, Турция, Индонезия, Малайзия, Филиппины, Тайвань, Таиланд, Вьетнам, Япония), Европа (Хорватия, Чехословакия (бывшая), Чехия, Дания, Франция, Германия, Венгрия, Италия, Латвия, Молдова, Польша, Румыния, Россия, Сербия, Швеция, Украина, Великобритания), Америка (Соединенные Штаты Америки, Канада, Мексика, Бразилия, Колумбия), Африка (Эфиопия, Южная Африка, Зимбабве) [1, 54, 62, 85].

Фитопатоген способен поражать сою на всех стадиях ее развития. На листьях болезнь проявляется в виде бледно-зеленых, затем желтеющих пятен, в дальнейшем ткань буреет и может разрываться с обратной стороны листа. В период частых рос и во влажную погоду на пораженных участках с нижней стороны листа развивается серо-фиолетовый, войлочный налет спороношения оомицета. При диффузной форме поражения все листья и черешки покрываются сплошным войлочным налетом, растения значительно отстают в росте и зачастую не образуют бобов. При локальной форме налет спороношения часто развивается и внутри створок бобов. При обеих формах поражения семена частично или полностью покрываются желтовато-серым, плотным мучнистым налетом.

Первичной инфекцией являются покоящиеся ооспоры на растительных остатках и семенах. Источником вторичной инфекции являются зооспоры, разносящиеся ветром и дождем [11, 96].

Оптимальные условия для заражения растений: температура 20–22 °С, высокая влажность воздуха, но инфицирование может происходить при более низком диапазоне температур (от 10 °С). Инкубационный период составляет 7 дней [66, 72, 79].

По литературным данным оомицет может снижать урожайность культуры на 6,0–15,0 % и вызывать преждевременную дефолиацию листового аппарата [48, 97].

Церкоспороз сои впервые был обнаружен в Японии в 1915 году. На данный момент распространен повсеместно в зоне возделывания сои. Болезнь вызывает микромицет *Cercospora sojina* Nara, относящийся к семейству *Mycosphaerellaceae*, роду *Cercospora* [37]. Болезнь регистрировалась в следующих странах: Австралия и Океания (Тонга), Азия (Индия, Китай, Южная Корея, Непал, Тайвань, Япония), Европа (Австрия, Бельгия, Болгария, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Польша, Португалия, Россия, Румыния, Словакия, Словения, Финляндия, Франция, Хорватия, Чешская Республика, Швеция, Эстония), Америка (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Канада, Куба, Мексика, Соединенные Штаты), Африка (Замбия, Камерун) [25, 35, 59, 60, 62].

Поражение растений может наблюдаться на любой стадии развития сои, однако зачастую оно начинается в репродуктивную фазу. Патоген поражает стебли, листья, бобы и семена. Инкубационный период составляет около 2 недель. Симптомы проявляются в виде небольших темных пятен, пропитанных водой, затем они темнеют и приобретают цвет от коричневого до серого с тонкой красновато-коричневой каймой. Пятна диаметром от 1 до 5 миллиметров, округлой или немного угловатой формы, по мере развития светлеют в центре, с обратной стороны листа остаются более темными. При влажной погоде наблюдается активное спороношение возбудителя преимущественно с нижней стороны листа [50, 61].

Поражение стебля встречается реже и обычно появляется в конце вегетации культуры. Сначала на стеблях пятна фиолетово-красные, имеют вытянутую форму, затем темнеющие с сероватым центром и коричневым ободком. Поражение на бобах проявляется в виде округлых или удлиненных пятен, слегка вдавленных, красновато-коричневого цвета. С возрастом они становятся коричневыми или светло-серыми с узкими темно-коричневыми краями. Гриб может проникать через стенки бобов и заражать созревающие в них семена. Симптомы на зараженных семенах проявляются в виде выпуклых, поверхностных пятен неправильной,

округлой формы, разных размеров с резким коричневым ободком. На одном семени обычно от 1 до 2 пятен, иногда больше. Оболочки зараженных семян часто растрескиваются или отслаиваются. Источником первичной инфекции являются семена и растительные остатки, в которых грибок сохраняется мицелием. В период вегетации вторичное заражение осуществляется конидиями, которые распространяются с дождем и ветром. При благоприятных условиях повторное заражение может происходить каждые 48 часов [21, 61, 76].

Вредоносность церкоспороза зависит от климатических условий, где выращивается соя. При температуре +25...+30 °С и относительной влажности 90,0 % болезнь будет иметь максимальное развитие с высокой вредоносностью, а при неблагоприятных условиях – спорадический характер, с варьированием потерь урожая от 10,0 до 60,0 %. Вредоносность болезни заключается в уменьшении ассимиляционного аппарата, преждевременном сбросе листвы, а также ухудшении посевных качеств семян: содержание жира в семенах снижается на 2,1–6,9 %, протеина – на 4,0–5,0 %. [14, 61].

Септориоз сои впервые был обнаружен в 1915 году в Японии. Болезнь вызывает микромицет *Septoria glycines* Hemmi, относящийся к семейству *Mycosphaerellaceae*, роду *Septoria* [92]. Данный патоген регистрировался в следующих странах: Азия (Индия, Китай, КНДР, Южная Корея, Непал, Тайвань, Япония), Европа (Болгария, Германия, Италия, Россия, Румыния, Сербия), Америка (Боливия, Бразилия, Канада, Колумбия, Соединенные Штаты Америки), Африка (Зимбабве) [62, 93].

Симптомами септориоза являются пятна от красного до коричнево-го цвета, угловатые или несколько округлые, окруженные хлорозной каймой. Они могут сливаться, образуя крупные пораженные участки неправильной формы. Через некоторое время на пятнах появляются мелкие пикниды. Заражение может происходить в фазу настоящий лист на 2-м узле распушен - настоящий лист на 3-м узле распушен (12–13 ст. по ВВСН). Инфицирование начинается с нижнего яруса растения, возбудитель проникает через устьица. Инкубационный период составляет 7–10 дней. При благоприятных условиях развития для патогена болезнь начинает распространяться по растению вверх [8, 77, 78].

Теплая, влажная погода благоприятствует развитию болезни. Патоген развивается в диапазоне температур от 15 до 30 °С, при этом оптимальной для него является температура +26...+28 °С и относительная влажность воздуха 90,0 %. Септориоз не развивается в засушливую погоду, что обусловлено биологическими особенностями патогена. Источником инфекции являются растительные остатки и семена, в которых грибок сохраняется мицелием и пикнидами [8, 96].

Вредоносность заболевания может составлять до 27,0 %. При поражении сои септориозом опадение листьев наступает на 25–40 дней раньше [8, 70, 77].

Мучнистую росу вызывает фитопатоген *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam, относящийся к семейству *Erysiphaceae*, роду *Erysiphe* [58]. Самое раннее сообщение о мучнистой росе на соевых бобах принадлежит Фон Вало [57]. Он сообщил об *Erysiphe polygoni* DC как о многоядном грибе на сое – *Soja maxima* (L.) Piper, без подтверждения научными данными. Леманн К. Ф. впервые описал мучнистую росу сои в 1931 году. Микромицет регистрировался в следующих странах: Азия (Вьетнам, Индия, Южная Корея, Япония), Европа (Россия), Америка (Бразилия, Канада, Соединенные Штаты) [23, 62, 83, 94].

Гриб является облигатным паразитом, симптомы поражения проявляются в виде небольших участков белого экзогенного мицелия на верхней стороне листа, которые могут сливаться, покрывая всю листовую пластинку. При благоприятных условиях для развития могут поражаться и другие надземные части растения [96].

Патоген сохраняется на растительных остатках в виде клейстотециев. Первичное заражение происходит с помощью аскоспор, разносящихся с ветром и дождем, вторичное – с помощью конидий. Благоприятными для развития мучнистой росы являются температура 18–24 °С и высокая влажность воздуха, при этом повышение температуры до 30 °С является лимитирующим фактором для развития микромицета [96].

При поражении листового аппарата мучнистой росой фотосинтетическая активность может снижаться до 50,0 %, а потери урожая у восприимчивых сортов достигают до 60,0 % [83].

Антракноз сои был впервые описан в Корее в 1917 году. На данный момент болезнь имеет комплексную этиологию, так как благодаря методам молекулярной диагностики было выявлено большое количество патогенов, ранее относившихся к *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore [46]. Так, на сое были зарегистрированы следующие микромицеты: *Colletotrichum destructivum* O'Gara, *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Colletotrichum incanum* H.-C. Yang, J.S. Haudenshield & G.L. Hartman, *Colletotrichum plurivorum* Damm, Alizadeh & Toy. Sato, *Colletotrichum sojae* Damm & Alizadeh, *Colletotrichum musicola* Damm и *Colletotrichum brevisporum* Phouliv., Noireung, L. Cai & K.D. Hyde и др. [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45]. Все патогены относятся к семейству *Glomerellaceae*, род *Colletotrichum* [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45]. Данная болезнь распространена в следующих странах: Австралия и Океания (Австралия, Папуа-Новая Гвинея, Тонга, Фиджи), Азия (Бруней-Даруссалам, Индия, Иран, Исламская Республика, Камбоджа, Китай,

Южная Корея, Малайзия, Мьянма, Непал, Пакистан, Тайвань, Таиланд, Япония), Европа (Дания, Испания, Италия, Россия, Румыния, Сербия, Черногория), Америка (Аргентина, Бразилия, Канада, Колумбия, Куба, Соединенные Штаты), Африка (Сенегал, Южная Африка) [28, 84, 95].

Виды *Colletotrichum* могут поражать сою во все физиологические стадии развития. Основными источниками инфекции являются зараженные семена и растительные остатки. На всходах болезнь проявляется в виде бурых вдавленных язв со светлым центром, впоследствии может наблюдаться гибель всходов. Основные симптомы проявляются в репродуктивной фазе развития. На листьях патоген образует характерные узоры на абаксиальных жилках. На стеблях и бобах болезнь проявляется в виде темных вдавленных пятен неправильной формы, на которых формируются ацервулы и темные щетинки. Бобы перекручиваются и abortируются, что приводит к прямым потерям урожая. Для развития патогена благоприятными погодными условиями являются температура выше 25 °С и увлажнение листа в течение 24 часов [95].

Антракноз приводит к потерям урожая, которые оцениваются в 16,0–26,0 % в США, 30,0–50,0 % в Таиланде и до 100 % в Бразилии и Индии [47, 65, 80, 95].

Альтернариоз сои – заболевание, вызываемое грибами рода *Alternaria*, которые относятся к семейству *Pleosporaceae* [33, 34]. В основном в период вегетации сою инфицируют *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl и *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire [68, 71]. Комплекс данных фитопатогенов распространен повсеместно на сое в следующих странах: Австралия и Океания (Австралия), Азия (Индия, Китай, Пакистан, Тайвань, Таиланд, Турция), Европа (Польша, Россия, Украина), Америка (Бразилия, Венесуэла, Куба, Мексика, Никарагуа, Соединенные Штаты), Африка (Кения, Малави, Эфиопия, Южная Африка) [19, 62, 68, 71, 91].

Фитопатогены из данного рода способны поражать почти все органы растения – всходы, листья, стебли, бобы. Болезнь вызывает некроз листьев, черешков и стеблей. Она приводит к значительному снижению всхожести семян, а также к недобору урожая вследствие уменьшения фотосинтезирующей поверхности листьев [96].

Первые признаки пятнистости листьев можно обнаружить уже в период, когда семядоли полностью распушены (ст. 10 по ВВСН), если к этому моменту складываются благоприятные температурные условия в диапазоне от +12...+15 °С и повышенная влажность, но болезнь начитает развиваться в основном в период цветения [7, 12].

Симптомы заболевания проявляются в виде мелких коричневых пятен угловатой или округлой формы. Затем они становятся светло-коричневыми с темно-коричневым ободком, некоторые имеют коричневые

концентрические кольца с четко выраженной границей. Пятна расширяются и могут объединяться, образуя более крупные мертвые зоны на листьях. Пораженные листья со временем засыхают и опадают. На пораженных тканях появляется спороношение гриба – конидиеносцы с конидиями от оливкового до черного цвета в виде сажистого налета [7].

Семена, инфицированные *Alternaria* spp., сморщенные, от зеленого до коричневого цвета, при сильном поражении семена не прорастают.

Оптимальная температура для развития заболевания составляет около +20...+27 °С, кроме того необходима и капельно-жидкая влага в течение 3–4 часов.

Инкубационный период длится от 2 до 12 дней. Источниками первичной инфекции являются семена и растительные остатки [12].

В период вегетации вторичное заражение растений осуществляется конидиями. Зимуют грибы на сорных растениях, растительных остатках в форме мицелия и конидий. Патогены также могут проникать в семена и сохраняться там в виде мицелия, но чаще конидии находятся только на поверхности семян [12].

Фузариозное увядание впервые было зарегистрировано в США в 1970 году. Комплекс фитопатогенов, вызывающих данное заболевание, распространен повсеместно. Основными микромицетами, вызывающими данное заболевание, являются: *Neocosmospora solani* (Mart.) (синоним *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.), *Fusarium oxysporum* Schltdl, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc и др. Относятся к семейству *Nectriaceae*, родам *Neocosmospora*, *Fusarium* [63, 64, 82]. Данное заболевание в различных источниках может называться как трахеомикозное увядание и синдром внезапной смерти. Распространено повсеместно: Австралия и Океания (Австралия), Азия (Бруней-Даруссалам, Индия, Китай, Южная Корея, Тайвань, Таиланд, Япония), Европа (Болгария, Польша, Российская Федерация, Румыния, Хорватия), Америка (Канада, Аргентина, Бразилия, Куба, Мексика, Никарагуа, Пуэрто-Рико, Соединенные Штаты), Африка (Боливия, Гана, Зимбабве, Танзания, Эфиопия, Южная Африка) [13, 17, 55, 69].

Болезнь проявляется, начиная с периода цветения: листья теряют тургор, желтеют, затем засыхает все растение. При этом в растение патогены проникают через апикальные области молодых корней и механические повреждения или ранки. Грибы растут в сосудах ксилемы, а также внедряются в прилегающие паренхимные ткани. В проводящих тканях стебля патогены нарушают снабжение растений водой и питательными веществами. На поперечном срезе стебля и корня заметно побурение проводящих сосудов. Иногда на стебле видны небольшие потемневшие пятна, но при разрезе стебля побурение проводящих сосудов распространено на 15–20 см. Такие растения постепенно желтеют,

не образуя бобов. Фузариоз может быть причиной опадения цветков и завязи. На бобах проявляется в конце вегетации в виде пятен и язв. В местах поражения створки бобов обесцвечиваются, во влажную погоду на них образуется спородохии [1, 6, 17, 96].

Минимальная температура для прорастания спор возбудителей фузариоза 4 °С; оптимальная для роста – +20...+25 °С. Трахеомикозное увядание отмечается в засушливые теплые годы, при ГТК меньше 1,0 [15, 23].

Вредоносность заболевания зависит от множества факторов, так при развитии болезни в посевах потери урожая могут составлять от 20,0 до 80,0 %. В исследованиях Д. А. Куриловой при максимальном поражении, по сравнению со здоровыми растениями, число бобов снижалось на 62,0 %, число семян – на 86,2 %, масса семян с одного растения – на 70,3 %, масса 1000 семян – на 16,3 % [17, 79].

Аскохитоз сои вызывает гриб *Phoma sojicola* (Abramov) Kövics, Gruyter & Aa. Однако сходные симптомы вызывают и другие патогены, такие как: *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai, *Phoma exigua* var. *exigua*, *Didymella heteroderae* (Sen Y. Chen, D.W. Dicks. & Kimbr.) Qian Chen & L. Cai, *Didymella subglomerata* Voerema, Gruyter & Noordel относящиеся к семействам *Pleosporaceae*, *Didymellaceae* [51, 52, 53, 86, 87]. О данных патогенах упоминалось в следующих странах: Австралия и Океания (Фиджи), Азия (Бруней-Даруссалам, Индия, Китай, Тайвань), Европа (Венгрия, Германия, Польша, Российская Федерация), Америка (Бразилия), Африка (Зимбабве, Руанда, Танзания, Эфиопия) [14, 62, 67, 73, 74, 88].

Симптомы заболевания наблюдаются на протяжении всего вегетационного периода. На семядолях проступают темно-бурые пятна, окаймленные темным, почти черным ободком. На листьях симптомы заболевания проявляются в виде пятен с темно-бурой каймой и светлеющим центром, они сравнительно крупные, через некоторое время в центре образуются черные пикниды. Центр пятна некротизируется и может выпадать. На стеблях болезнь развивается в зависимости от стадии развития растения. На молодых стеблях проявляются бурые полосы, которые вызывают их разрушение и растрескивание. На физиологически более старых растениях формируется продолговатая пятнистость темного цвета. Пораженные семена имеют более светлую окраску, они щуплые, морщинистые и покрываются пикнидами. Посев таких семян может привести к изреживанию всходов. Патогены сохраняются на растительных остатках в виде пикнид и мицелия в семенах. Благоприятными условиями для развития аскохитоза являются холодная и влажная погода, а также наличие капельно-жидкой влаги. Инфицирование растения может происходить уже при 4 °С и влажности воздуха 90,0 % и

выше. За период вегетации наблюдается развитие нескольких генераций [22, 23, 24, 29].

Потери урожая при развитии аскохитоза составляют от 15,0 до 20,0 %. Кроме того, болезнь может снижать всхожесть семян на 25,0–40,0 % [22, 23, 24, 29].

Белая гниль, или склеротиниоз, вызывается микромицетом *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Vary. Болезнь впервые была зарегистрирована на сое в 1948 году в США, где носила эпифитотийный характер, вызывая большие потери урожая. Гриб относится к семейству *Sclerotiniaceae*, роду *Sclerotinia* [90]. Микромицет зарегистрирован: Австралия и Океания (Австралия, Новая Зеландия,), Азия (Китай, Индия, Южная Корея, Тайвань), Европа (Болгария, Греция, Португалия, Россия, Румыния), Америка (Бразилия, Канада, Мексика, Соединенные Штаты), Африка (Эфиопия, Нигерия Южная Африка) [2, 26, 89].

На листьях болезнь проявляется в виде побурения и отмирания. Стебель вокруг очага инфекции обесцвечивается. На пораженных участках стебля при влажной погоде развивается белый ватообразный мицелий гриба, на котором формируются крупные склероции от округлой до неправильной формы, также они могут формироваться внутри стебля. Вначале склероции имеют желто-серый цвет, затем постепенно темнеют до черного. В сухую погоду мицелий не формируется, пораженные участки становятся белыми и трухлявыми, растение погибает [2, 98].

Патоген зимует в виде склероциев в почве и семенах. В почве он может сохраняться до 5 лет. При температуре 4–16 °С, влажности почвы 75,0–80,0 % и нахождении склероциев в пределах 5 см верхнего слоя почвы, они могут прорасти в виде апотециев, на которых образуются сумки с сумкоспорами. Гриб колонизирует растения в местах опадения лепестков, используя их как питательный субстрат. Инфицирование других надземных тканей может происходить через раны или контакт с другими больными растениями, однако вероятность такого заражения низкая. Загущенные посевы в период цветения – начало плодообразования создают идеальные условия для развития заболевания [36].

Вредоносность склеротиниоза носит спорадический характер и зависит от погодных условий вегетационного сезона. Потери урожая могут достигать до 70,0 %. При развитии болезни масса 1000 семян снижается на 18,8–38,6 %. [36, 49, 98].

Из проанализированных литературных источников видно, что болезни могут значительно снижать урожайность культуры. Поэтому для предотвращения потерь требуется применять методы интегрированной защиты растений, которые включают предупредительные и истребительные меры.

Предупредительные мероприятия состоят из: соблюдения севооборота, выбора устойчивых сортов, сроков сева, глубины заделки семян и нормы высева, применения удобрений. Данные аспекты возделывания влияют на общую устойчивость культуры к патогенам [27, 28, 29].

Пространственное и временное размещение культуры. Лучшими предшественниками для сои являются озимые и яровые зерновые культуры, худшими – подсолнечник, рапс и бобовые культуры из-за общих фитопатогенов. Между посевами должна соблюдаться пространственная изоляция не менее одного километра для недопущения распространения болезней на близлежащие посевы сои. При возделывании сои на одном и том же месте А. А. Мауи отмечал увеличение количества пораженных растений белой гнилью. Так, в первый год оно составляло 7,7 %, на второй и третий – 17,3 и 33,0 % соответственно. При бессменном посеве сои в течение 2-х лет увеличивалась интенсивность поражения почвенными патогенами с 1,0–9,5 % до 21,0–35,0 %, потери урожая при этом составляли 11,6 %, на 3 год приводили к потере 19,2 %, а в течение 4 лет – 65,4 % урожая [16, 19, 26, 32].

Выбор сорта является одним из важнейших аспектов интегрированной защиты культуры от фитопатогенов, так как позволяет не только увеличить урожайность, но и снизить развитие болезней за счет подбора сорта.

На данный момент в «Государственном реестре сортов сельскохозяйственных растений» имеются следующие сорта с различной устойчивостью к пероноспорозу: Акардия, Аурелина, Адесса, а также один слабовосприимчивый сорт к склеротиниозу – Добрыня [6].

Посев не в оптимальные сроки приводит к снижению устойчивости растений на ранних стадиях развития, вследствие чего всходы сильнее поражаются фитопатогенами. Так, в исследовании В. И. Заостровных сообщалось, что при ранних сроках сева развитие фузариоза, аскохитоза и септориоза увеличивалось в 4–5 раз по сравнению с более поздними сроками сева. Пораженность растений белой гнилью в исследованиях А. А. Мауи в результате раннего сева достигала до 27,0–33,0 %, а при оптимальном – снижалась в 1,7 раза. Глубокий посев семян, ухудшающий условия прорастания, удлиняющий гипокотиль проростков и время выхода их на поверхность почвы, упрощает инфицирование почвенными микромицетами. По данным Ч. Цзюмей, поражение растений увеличивалось с 19,0–30,0 % при посеве на глубину 3 см и до 46,0–51,0 % при посеве семян на глубину 4–7 см [10, 19, 32].

В исследовании В. И. Заостровных сообщалось об отсутствии четкой зависимости между нормой высева, шириной междурядья и развитием болезней, но имелась тенденция к увеличению развития с повышением нормы высева. При максимальной норме высева развитие болезней резко возрастало [10].

Удобрения, вносимые под сою, положительно влияют на устойчивость культуры к почвенным патогенам. Как правило, внесение фосфорных удобрений при посеве семян снижает интенсивность болезни, внесение азота – повышает [32].

Г. О. Жернов в своем исследовании сообщал о снижении развития почвенных фитопатогенов при увеличении нормы внесения НРК. Таким образом, развитие фузариоза снижалось на 6,9–10,2 % в зависимости от стадии развития [9].

В настоящее время среди истребительных мероприятий наиболее широко используется **химический метод защиты**, включающий протравливание семян и обработки фунгицидами в период вегетации.

Поскольку одним из основных источников инфекции болезней сои являются семена и почва, протравливание позволяет существенно снизить инфицированность семенного материала и обеспечивает защиту проростков на ранних этапах роста и развития. В настоящее время для предпосевной обработки семян сои в Беларуси зарегистрированы три препарата: Скарлет, МЭ (тебуконазол, 60 г/л + имазаил, 100 г/л); Тирада, СК (тирам, 400 г/л + дифеноконазол, 30 г/л); Систива, КС (флуксапироксад, 333 г/л) [5].

Учитывая, что любой протравитель обеспечивает защиту в течение начального периода роста растений, в период вегетации для защиты от болезней требуются обработки фунгицидами. Для обеспечения высокой биологической, хозяйственной и экономической эффективности фунгициды необходимо применять с учетом биологических особенностей возбудителей болезней, т. е. на основании порога вредоносности. Для условий нашей страны такие исследования до настоящего времени не проводились. Ассортимент препаратов, разрешенных для применения, весьма ограничен и включает 5 фунгицидов: Харвига, КЭ (пиракло-стробин, 150 г/л + флуксапироксад, 75 г/л); Пропульс, СЭ (флуопирам, 125 г/л + протиоконазол, 125 г/л); Титул Дуо, ККР (пропиконазол, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л), Эвклид, СК (азоксистробин, 250 г/л + боскалид, 150 г/л), Амистар Голд, СК (азоксистробин, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л) [5].

Заключение. Таким образом, приведенный в работе анализ литературных данных свидетельствует о широком распространении, и высокой вредоносности болезней сои грибной этиологии. Структура доминирования патогенов, паразитирующих на сое, существенно зависит от региона возделывания культуры и гидротермических условий, складывающихся в вегетационном сезоне. В Беларуси исследования биоразнообразия грибов-возбудителей болезней сои носят в основном отрывочный характер. Поэтому являются актуальными исследования

по уточнению видового состава возбудителей болезней сои и их вредоносности в условиях Беларуси, биологическое обоснование сроков применения фунгицидов для защиты посевов, а также формирование ассортимента высокоэффективных препаратов.

Список литературы

1. Авазов, С. Грибковые заболевания сои / С. Авазов, Н. Сиддикова, Г. Абдуллаева // Экономика и социум. – 2021. – № 1. – С. 345–349.
2. Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В. М. Лукомец [и др.] // Масличные культуры. – 2007. – № 1. – С. 66–75.
3. Васин, А. В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность сои / А. В. Васин, А. А. Васина, Е. В. Рязанова // Изв. Самарской ГСХА. – 2010. – № 4. – С. 51–55.
4. Горобей И. М. Проблема бактериозов растений и подходы к ее решению / И. М. Горобей, Г. М. Осипова // Сибир. вестн. с.-х. науки. – 2017. – № 4. – С. 94–102.
5. Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/> – Дата доступа: 24.05.2023.
6. Государственный реестр сортов / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск : [б. и.], 2020. – 270 с.
7. Гофман, А. В. Особенности развития болезней на различных сортах сои и применение средств защиты в условиях орошения в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / А. В. Гофман ; Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2007. – 23 с.
8. Дега, Л. А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке / Л. А. Дега ; под ред. А. П. Ващенко ; Рос. акад. с.-х. наук, Дальневост. регион. науч. центр, Примор. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 97 с.
9. Жернов, Г. О. Защита сои от болезней в условиях Курганской области : автореф. дис. ... кандидата с.-х. наук : 06.01.07 / Г. О. Жернов ; Курганская гос. с.-х. акад. им. Т. Е. Мальцева. – Новосибирск, 2016. – 19 с.
10. Заостровных, В. И. Влияние некоторых агротехнических приемов на фитосанитарную ситуацию посевов сои / В. И. Заостровных // Сибир. вестн. с.-х. науки. – 2005. – № 5. – С. 62–69.
11. Заостровных, В. И. Вредные организмы сои и система фитосанитарной оптимизации ее посевов = Soya pests and phytosanitary optimizing of it's cultivation : монография / В. И. Заостровных, Л. К. Дубовицкая ; под ред. В. А. Чулкиной ; Рос. акад. естеств. наук, Зап.-Сиб. отд.-ние, Кемер. гос. с.-х. ин-т, Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск : [б. и.], 2003. – 528 с.
12. Зараженность семян сои фитопатогенными грибами в условиях ее адаптации в лесостепи западной Сибири / Н. М. Коняева [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 1. – С. 22–28.
13. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков / В. Т. Пивень [и др.] // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 30–33.
14. Иванцова, Е. А. Болезни сои / Е. А. Иванцова // Волгоград. фермер. – 2016. – № 3. – С. 62–65.
15. Казанцева, Е. В. Распространенность болезней сои в северной лесостепи Приобья / Е. В. Казанцева, Л. Ф. Ашмарина // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 27–31.
16. Крылова, Т. С. Совершенствование системы защиты сои в условиях амурской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Т. С. Крылова ; Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2021. – 139 л.
17. Курилова, Д. А. Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений / Д. А. Курилова // Масличные культуры. – 2010. – № 2. – С. 84–89.

18. Максимович, Я. В. Фитосанитарная ситуация агроценозов сои в разных агроклиматических условиях / Я. В. Максимович, М. Г. Немкевич // Современные технологии с.-х. производства : сб. науч. ст. по материалам XX Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 26 мая, 24 марта, 21 марта 2017 г.) : технология хранения и переработки с.-х. продукции, агрономия, защита растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; ред.: О. В. Вертинская. – Гродно, 2017. – С. 204–209.
19. Мауи, А. А. Патогены сои в условиях юго-востока Казахстана / А. А. Мауи, Б. Н. Сауранбаев, К. И. Оразбаев // J. of Social, Humanities and Administrative Sciences. – 2017. – Vol. 3 (5). – P. 20–26.
20. Миколаевский, В. Влияние предпосевной бактериализации семян на развитие болезней и урожайность сои / В. Миколаевский, В. Сергиенко, Л. Титова // *Știința agricolă*. – 2017. – № 1. – С. 55–59.
21. Новосадов, И. Н. Диагностика болезней сои: учеб. пособие / И. Н. Новосадов, Л. К. Дубовицкая, Ю. В. Положнева ; М-во сел. хоз-ва РФ, Дальневосточный ГАУ, Факультет агрономии и экологии. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – 62 с.
22. Оценка биологической эффективности препарата фитодок Planteco® против аскохитоза сои в Алматинской области / И. И. Темрешев [и др.] // Инноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития: сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 18 августа 2020 года / Редкол.: И. А. Соловьев [и др.]. – Уфа, 2020. – С. 53–61.
23. Болезни сельскохозяйственных культур : в 3 т. / под общ. ред. В. Ф. Пересыпкина. – Киев: Урожай, 1989. – Т. 1: Болезни зерновых и зернобобовых культур / В. Ф. Пересыпкин [и др.]. – Киев : Урожай, 1989. – 213 с.
24. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: учебник / В. Ф. Пересыпкин ; ред. Т. В. Островская. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 480 с.
25. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование / В. С. Петибская ; под ред. В. М. Лукомца ; Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т масличных культур им. В. С. Пустовойта Рос. акад. с.-х. наук. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2012. – 432 с.
26. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков / В. Т. Пивень [и др.] // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 30–33.
27. Пивень, В. Т. Защита сои / В. Т. Пивень, В. Ф. Баранов, Ф. И. Дряхлов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 3. – С. 78–91.
28. Саенко, Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае / Г. М. Саенко // Масличные культуры. – 2019. – № 3. – С. 106–113.
29. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур : в 5 т. / Й. Станчева ; пер. с болгар. Г. Даниловой ; ред.: А. С. Васютин, Л. В. Ширина, О. А. Кулич. – М. : Пенсофт, 2003. – Т. 3: Болезни полевых культур. – 175 с.
30. Влияние протравливания семян на рост, развитие и продуктивность сои в условиях юго-западного региона Республики Беларусь / В. Н. Халецкий [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015. – № 51. – С. 80–86.
31. Халецкий, В. Н. Усовершенствованная технология возделывания сои в Республике Беларусь / В. Н. Халецкий, Я. В. Максимович, Л. Н. Лученок // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1: приложение. – С. 37–40.
32. Цзюймей, Ч. Биолого-токсикологическое обоснование использования химических средств для защиты сои от корневой гнили: автореф. дис. ... кандидата биол. наук : 06.01.11 / Ч. Цзюймей ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Спб., 1998. – 24 с.
33. *Alternaria alternata* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/900>. – Date of access: 24.01.2024.
34. *Alternaria tenuissima* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/1099>. – Date of access: 24.01.2024.

35. Assessment of Quinone Outside Inhibitor Sensitivity and Frogeye Leaf Spot Race of *Cercospora sojina* in Georgia Soybean / B. C. Harrelson [et al.] // *Plant Disease*. – 2021. – Vol. 105, iss. 10. – P. 2946–2954.
36. Biology, Yield loss and Control of Sclerotinia Stem Rot of Soybean / J. P. Angelique [et al.] // *J. of Integrated Pest Management*. – 2012. – Vol. 3, iss. 2. – P. 1–7.
37. *Cercospora sojina* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/112959>. – Date of access: 24.01.2024.
38. *Colletotrichum brevisporum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/481576>. – Date of access: 24.01.2024.
39. *Colletotrichum coccodes* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/5911>. – Date of access: 24.01.2024.
40. *Colletotrichum destructivum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/5967>. – Date of access: 24.01.2024.
41. *Colletotrichum gloeosporioides* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/5976>. – Date of access: 24.01.2024.
42. *Colletotrichum incanum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/510514>. – Date of access: 24.01.2024.
43. *Colletotrichum musicola* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/564242>. – Date of access: 24.01.2024.
44. *Colletotrichum plurivorum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/564245>. – Date of access: 24.01.2024.
45. *Colletotrichum sojae* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/564246>. – Date of access: 24.01.2024.
46. *Colletotrichum truncatum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/6068>. – Date of access: 24.01.2024.
47. Current Status of Soybean Anthracnose Associated with *Colletotrichum truncatum* in Brazil and Argentina / M. D. Dias [et al.] // *Plants*. – 2019. – Vol. 8, iss. 11. – P. 459–478.
48. Damage to soybean caused by downy mildew / O. C. da Silva [et al.] // *Ciência Rural*, Santa Maria. – 2016. – Vol. 46, iss. 3. – P. 389–392.
49. Danielson, G. A. Effect of Sclerotinia Stem Rot on Yield of Soybean Inoculated at Different Growth Stages / G. A. Danielson, B. D. Nelson, T. C. Helms // *Plant Disease*. – 2004. – Vol. 88, iss. 3. – P. 297–300.
50. Dashiell, K. E. Yield losses in soybeans from frogeye leaf spot caused by *Cercospora sojina* / K. E. Dashiell, C. N. Akem // *Crop Protection*. – 1991. – Vol. 10, iss. 6. – P. 465–468.
51. *Didymella heteroderiae* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/545496>. – Date of access: 24.01.2024.
52. *Didymella pinodela* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/545505>. – Date of access: 24.01.2024.
53. *Didymella subglomerata* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/545511>. – Date of access: 24.01.2024.

54. Pederson, V. D. Downy mildew of soybeans : a dissertation [Electronic resource] / V. D. Pederson. – Iowa State University of science and Technology Ames, Iowa, 1961. – Mode of access: <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/0a6d2642-d72c-4615-87ac-006e33f0a855/content> – Date of access: 24.01.2024.
55. Effect of Diseases on Soybean Yield in the top Eight Producing Countries in 2006 / A. Wrather [et al.] // *Plant Health Progress*. – 2010. – Vol. 11, iss. 1. – P. 1–8.
56. Effects of Temperature and pH on *Fusarium oxysporum* and Soybean Seedling Disease / D. R. Cruz [et al.] // *Plant Disease*. – 2019. – Vol. 103, iss 27. – P. 3234–3243.
57. Enhancing powdery mildew resistance in soybean by targeted mutation of MLO genes using the CRISPR/Cas9 system / T. P. Bui [et al.] // *BMC Plant Biol.* – 2023. – Vol. 23, iss 1. – P. 533–546.
58. *Erysiphe diffusa* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/150030>. – Date of access: 24.01.2024.
59. Evaluating Cercospora leaf blight resistance in soybean accessions using an improved categorical disease-evaluation scale / B. M. Ward [et al.] // *J. of Crop Improvement*. – 2021. – Vol. 35, iss. 11. – P. 1–21.
60. Express-PRA zu *Cercospora sojina* – Forschung und Züchtung [Electronic resource] // EPPO Platform on PRAs. – Mode of access: <https://pra.eppo.int/pras/68e36f50-5dc0-405c-b7d9-0b1ed624a120>. – Date of access: 24.01.2024.
61. Frogeye Leaf Spot of Soybean: A Review and Proposed Race Designations for Isolates of *Cercospora sojina* Hara / M. A. R. Mian [et al.] // *Crop Science*. – 2008. – Vol. 48. – P. 14–24.
62. Fungal Databases – Fungus-Host By Country [Electronic resource]. – Mode of access: <https://fungi.ars.usda.gov/>. – Date of access: 24.01.2024.
63. *Fusarium equiseti* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/10631>. – Date of access: 24.01.2024.
64. *Fusarium oxysporum* [Electronic resource] // MYCOBANK Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/10756>. – Date of access: 24.01.2024.
65. Hartman, G. L. Compendium of Soybean Diseases / G. L. Hartman, J. B. Sinclair, J. C. Rupe. – 4th edition. – APS Press: St. Paul, 1999. – 100 s.
66. Hershman, D. E. Downy Mildew of Soybeans [Electronic resource] / D. E. Hershman // Plant Pathology Fact Sheet / Cooperative extension service ; University of Kentucky, College of Agriculture. – Mode of access: <http://plantpathology.ca.uky.edu/files/ppfs-ag-s-03.pdf>. – Date of access: 24.01.2024.
67. Hissek, K. First report of *Phoma sojicola* (syn. *Ascochyta sojicola*) on *Glycine max* in Austria / K. Hissek, G. Bedlan // *J. für Kulturpflanzen*. – 2016. – Vol. 68, iss. 3. – P. 72–74.
68. Histopathology of soybean seeds infected with *Alternaria alternata* / I.K. Kunwar [et al.] // *Phytopathology*. – 1986. – Vol. 76, iss. 5. – P. 543–546.
69. Identification of *Fusarium* species associated with soybean root rot in Sichuan Province / X. L. Chang [et al.] // *European J. of Plant Pathology*. – 2018. – Vol. 151. – P. 563–577.
70. Impact of Brown Spot Caused by *Septoria glycines* on Soybean in Ohio / C. D. Cruz [et al.] // *Plant Dis.* – 2010. – Vol. 94, iss. 7. – P. 820–826.
71. Impact of weather parameters on *Alternaria* leaf spot of soybean incited by *Alternaria alternata* / R. K. Fagodiya [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12, iss. 1. – P. 1–10.
72. Inaba, T. Effect of conidium formation on oospore formation in lesions of soybean downy mildew caused by *Peronospora manshurica* / T. Inaba, T. Morinaka // *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. – 1983. – Vol. 49, iss. 2. – P. 252–255.
73. Irinyi, L. Szójaról izolált *Phoma* fajok filogenetikai vizsgálatá Bayesiana analízissel / L. Irinyi, G. Kövics, E. Sándor // *Agrártudományi közlemények*. – 2009. – Vol. 35. – P. 53–61.

74. Kosvics, G. J. *Phoma sojaicola* comb. nov. and other hyaline-spored coelomycetes pathogenic on soybean / G. Kosvics, J. de Gruyter, Aa H. A. Van Der // *Mycol. Res.* – 1999. – Vol. 103, iss. 8. – P. 1065–1070.
75. Lee, J. Effects of gamma irradiation on aflatoxin B1 levels in soybean and on the properties of soybean and soybean oil / J. Lee // *Food Chemistry.* – 2015. – Vol. 189. – P. 45–51.
76. Lin, B. Frogeye leaf spot of soybean [Electronic resource] / B. Lin, H. Kelly // *The Plant Health Instructor.* – 2018. – Vol. 18. – Mode of access: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/FrogeyeLeafSpot.aspx> – Date of access: 24.01.2024.
77. Lin, H. A. Accurate quantification and detection of *Septoria glycines* in soybean using quantitative PCR / H. A. Lin, S. X. Mideros // *Current Plant Biology.* – 2021. – Vol. 25. – P. 1–9.
78. Meier, U. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / U. Meier ; Ed. by U. Meier. – 2 Edition. – Berlin an Braunschweig : BBA, 2001. – 158 p.
79. Missouri. Soybean Disease Field Guide [Electronic resource] / ed. K. Bissonnette. – Missouri : University of Missouri, [w. y.]. – 64 pp. – Mode of access: <https://mosoy.org/wp-content/uploads/2021/03/59934-21-MO-Disease-Guide.pdf>. – Date of access: 24.01.2024.
80. Moraes, S. R. G. Geographical distribution, diversity and pathogenicity of *Colletotrichum* associated with soybean anthracnose in Brazil [Electronic resource] / S. R. G. Moraes, S. M. Bonaldo, A. R. R. Gaspareto // *Scientific Electronic Archives.* – 2020. – Vol. 13, iss. 7. – P. 77–86. – Mode of access: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1131> – Date of access: 24.01.2024.
81. Mycobank Database [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/>. – Date of access: 24.01.2024.
82. *Neocosmospora solani* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/542273>. – Date of access: 24.01.2024.
83. Paxton, J. D. Powdery Mildew of Soybeans / J. D. Paxton, D. P. Rogers // *Mycologia.* – 1974. – Vol. 66, iss. 5. – P. 894–896.
84. *Peronospora manshurica* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/145334>. – Date of access: 24.01.2024.
85. *Peronospora manshurica* [Electronic resource] // EPPO Global Database. – Mode of access: <https://gd.eppo.int/taxon/PEROMA/distribution>. – Date of access: 24.01.2024.
86. *Phoma exigua* var. *exigua* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/21021>. – Date of access: 24.01.2024.
87. *Phoma sojaicola* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/50121>. – Date of access: 24.01.2024.
88. Phoma-like fungi on soybeans / G. J. Kosvics [et al.] // *Crit. Rev. Microbiol.* – 2014. – Vol. 40, iss. 1. – P. 49–62.
89. Saharan, G. S. Sclerotinia diseases of crop plants: biology, ecology and disease management / G. S. Saharan, N. Mehta. – Netherlands : Springer Dordrecht, 2008. – 486 s.
90. *Sclerotinia sclerotiorum* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/24988>. – Date of access: 24.01.2024.
91. Screening of soybean genotypes for resistance against alternaria leaf spot disease / S. B. Zade [et al.] // *Multilogic in science.* – 1986. – Vol. 8, iss. 27. – P. 198–199.
92. *Septoria glycines* [Electronic resource] // Mycobank Database. – Mode of access: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/25453>. – Date of access: 24.01.2024.
93. *Septoria glycines* [Electronic resource] // EPPO Global Database. – Mode of access: <https://gd.eppo.int/taxon/SEPTGL/distribution>. – Date of access: 24.01.2024.
94. Singh, G. Distribution, Importance and Diseases of Soybean and Common Bean: A Review / G. Singh, G. Dukariya, A. Kumar // *Biotechnology J. International.* – 2020. – Vol. 24, iss. 6. – P. 86–98.

95. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects / T. R. Bouffleur [et al.] // *Molecular Plant Pathology*. – 2020. – Vol. 22, iss. 4. – P. 393–409.

96. Sweet, L. Soybean diseases / L. Sweet, A. Wrather, S. Wright ; Integrated Pest Management ; ed. D. Murphy. – Columbia : University of Missouri Extension, 2008. – 28 p.

97. Transcriptomic analysis of genes in soybean in response to *Peronospora manshurica* infection / H. Dong [et al.] // *BMC Genomics*. – 2018. – Vol. 19, iss. 1. – P. 366–379.

98. Yang, X. B. Soybean Varietal Response and Yield Loss Caused by *Sclerotinia sclerotiorum* / X. B. Yang, P. Lundeen, M. D. Uphoff // *Plant Dis*. – 1999. – Vol. 83, iss. 5. – P. 456–461.

E. O. Senkovsky, N. A. Krupenko

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

MAIN LEAF DISEASES OF SOYBEAN, THEIR BIOLOGICAL FEATURES OF DEVELOPMENT AND HARMFULNESS (LITERATURE REVIEW)

Annotation. Soybean is a valuable forage and oil crop all over the world. One of these factors limiting the high growth of the crop are diseases arising among the lesions of fungi and fungus-like organisms, belong to the category of the most developed and economically significant. The expansion of soybean acreage in Belarus and the insufficient study of the species composition of pathogens of fungal etiology determine the relevance of the analysis of domestic and foreign literature to consider the issue. The article provides data on pathogens, conditions in soybean crops, their prevalence in the world, competitiveness, symptoms, biological characteristics and ways to limit their development.

Key words: soybean, diseases, downy mildew, powdery mildew, ascochyta, cercospora leaf spot, septoria leaf spot, alternaria leaf spot, anthracnose, fusarium wilt, sclerotinia leaf spot, protection system.

В. И. Халаева, И. Г. Волчкевич, А. В. Патракеева

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

ПОРАЖЕННОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПАРШОЙ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 19.06.2024

Рецензент: канд. с.-х. наук Крупенько Н. А.

Аннотация. Представлены данные по пораженности клубней видами парши в конце периода хранения картофеля. Установлено, что независимо от условий возделывания культуры пораженность сортообразцов обыкновенной и серебристой паршой составила 100 %, ризоктониозом – 86,9–96,5 % от общего количества проанализированных. В среднем по республике наиболее распространенной на клубнях оказалась парша серебристая – до 90,8 %, наименее – ризоктониоз – до 48,5 %, промежуточное положение занимала парша обыкновенная – до 59,5 %. Развитие парши серебристой варьировало от 16,6 до 47,7 %, парши обыкновенной – 4,3–26,1 %, ризоктониоза – 5,4–17,5 %. В структуре инфекционных болезней из видов парши доминировала парша серебристая, встречаемость которой на клубнях составила 34,7–58,6 %.

Ключевые слова: картофель, клубни, почвенно-клубневая инфекция, парша, распространенность, развитие, возбудитель, встречаемость, пораженность.

Введение. Клубни картофеля являются благоприятной средой для обитания и сохранения возбудителей болезней. Природно-климатические условия республики и особенности биологии культуры способствуют доминированию почвенно-клубневых патогенов. Наиболее распространенными являются возбудители парши. На клубнях парша проявляется в виде пятен, язв, бородавок и других симптомов. Ежегодное поражение клубневого материала картофеля характерно для трех видов парши: серебристая, обыкновенная и ризоктониоз (черная) [3].

Серебристая парша (возбудитель *Helminthosporium solani* Durieu & Mont.) влияет не только на продуктивность растений в период вегетации картофеля, обуславливая снижение урожая на 8,6–14,2 %, но и вызывает дополнительные потери массы клубней при хранении на 4,0–14,0 % за счет испарения влаги с пораженной поверхности [14]. Источником инфекции являются почва и клубни. Симптомы болезни на клубнях проявляются в период хранения. По данным российских ученых [4] распространению заболевания способствует влажность воздуха более 90,0 % и температура выше 3,0 °С. В то же время белорусскими исследователями установлено, что оптимальными условиями для возбу-

дителя серебристой парши являются относительная влажность воздуха 85,0–100 % и температура +20...+25 °С [7]. Поражение клубней серебристой паршой усиливает их восприимчивость к сухой фузариозной и мокрой гнили, фитофторозу и фомозу [8].

Возбудители обыкновенной парши (*Actinomyces* spp.) снижают всхожесть клубней на 10,0–12,0 %, уменьшают продуктивность растений на 25,0–30,0 % [7], способствуют более сильному поражению клубней фитофторозом, фомозом, фузариозом, бактериозами, нематодами, приводя к увеличению потерь клубней от гнилей различной этиологии во время хранения до 30,0 % [15]. По данным российских ученых при эпифитотийном развитии болезни потери урожая могут достигать 40,0 %, содержание крахмала в клубнях уменьшается на 5,0–30,0 %. Особенно ощутимый ущерб причиняет болезнь в годы с сухими и жаркими погодными условиями в период клубнеобразования. Оптимальными условиями для развития болезни являются температура воздуха 25,0–30,0 °С, кислотность почвы 6,0–7,5, избыточные нормы известковых удобрений, песчаные и супесчаные почвы. Распространенность болезни на клубнях картофеля в России колеблется от 2,0 до 90,0 %. Актиномицеты заражают молодые клубни, не успевшие развить плотную кожуру, дальнейшее развитие болезни происходит в течение всего периода их роста. Источником инфекции являются почва и клубни [15]. Парша обыкновенная имеет несколько типов проявления болезни на клубнях: плоская, выпуклая, глубокая и сетчатая. Наиболее вредоносна глубокая форма парши, которая снижает товарные и вкусовые качества картофеля [7].

Ризоктониоз (возбудитель *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn) проявляется на клубнях в виде черных коростинков (склероциев), углубленной пятнистости (ямчатости), сетчатого некроза [2] или глубоких ростовых трещин [10]. Вредоносность болезни заключается в гибели ростков еще до их выхода на поверхность почвы, в результате чего выпады растений могут достигать 25,0 %, гибель стеблей – до 14,3 %, корней – до 48,2 %, столонов – до 71,2 %, снижение урожайности и товарности – до 30,0 % [7]. Коварность болезни проявляется еще и в том, что возбудитель может сохраняться в латентном состоянии внутри тканей, обычно под глазками, о чем свидетельствуют результаты фитопатологических анализов, проведенных российскими учеными, выявившими бессимптомную форму ризоктониоза в глазках внешне здоровых клубней некоторых сортов картофеля [13]. Оптимальная температура почвы для развития болезни составляет 17,0 °С, влажность почвы – 60,0–70,0 % от полной влагоемкости. Более вредоносна болезнь на тяжелых (суглинистых) почвах [5]. Сохраняется возбудитель на клубнях и в почве [16].

Поскольку вышеописанные болезни нормируются стандартами, и одним из путей снижения вредоносности черной и серебристой парши является химический метод с применением препаратов для предпосадочной обработки клубней, то обязательным приемом считается оценка их фитосанитарного состояния в конце периода хранения.

Методика проведения исследований. Материалом для исследований являлись клубни сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции, отобранные для фитосанитарной экспертизы от партий, прошедших осенне-зимне-весенний период хранения в типовых хранилищах базовых хозяйств из южной, центральной и северной агроклиматических зон республики. Ежегодно было задействовано от 20 до 39 сортообразцов картофеля: 2016 г. – 20, 2017 г. – 27, 2020 г. – 30, 2021 г. – 38, 2022 г. – 36 и 2023 г. – 39. Отбор проб осуществляли следующим образом: от каждой партии картофеля массой 10 т точно не менее чем из 10 разных мест насчитывали образец в 200 клубней; на каждые следующие 10 т дополнительно отбирали по 50 клубней не менее чем из 4-х мест (на глубине 20–30 см брали подряд без выбора одинаковое число клубней) [9].

Отобранную пробу отмывали и визуально осматривали каждый клубень, отдельно оценивая степень поражения поверхности кожуры видами парши. Распространенность и развитие болезней определяли в соответствии с общепринятыми в фитопатологических исследованиях методиками [11].

Частоту встречаемости (%) видов парши в годы исследований рассчитывали как отношение средних показателей распространенности отдельного вида болезни по республике к общей распространенности всех инфекционных заболеваний.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенной фитосанитарной экспертизы отобранных проб картофеля из разных хозяйств установлена повсеместная пораженность клубней болезнями типа парша в агроклиматических зонах республики. Так, обыкновенной и серебристой паршой были поражены 100 % сортообразцы как в 2016–2017 гг., так и в 2020–2023 гг. исследований (таблица 1).

Это свидетельствует о том, что признаки поражения возбудителями серебристой и обыкновенной парши выявлены на клубнях всех анализируемых сортообразцов, количество которых в исследуемые годы составило 47 и 143 шт. Также было установлено видимое проявление ризоктониоза на клубнях большинства обследованных образцов. Так, в среднем за 2016–2017 гг. количество сортообразцов с симптомами болезни насчитывало 41 шт. или 86,9 %, за 2020–2023 гг. – 137 шт. или

96,5 % от их общего количества. Причем в период с 2020 по 2023 гг. отмечено увеличение доли пораженных сортообразцов, варьирующей по агроклиматическим зонам республики от 75,0 до 96,8 %. Количество сортообразцов с признаками черной парши на клубнях в 2016–2017 гг. было меньшим и колебалось от 62,5 до 87,5 %. Возможно подобная тенденция обусловлена объемом выборки, задействованных в исследованиях образцов картофеля, количество которых было больше в 3 раза в последний временной период.

Таблица 1 – Пораженность клубней сортообразцов картофеля болезнями типа парша (маршрутные обследования)

Год	Агроклиматическая зона	Количество сортообразцов, %						
		обследованных, шт.	пораженных паршой					
			обыкновенной		серебристой		черной	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%
2016	Северная	6	6	100	6	100	6	100
	Центральная	6	6	100	6	100	6	100
	Южная	8	8	100	8	100	5	62,5
2017	Северная	8	8	100	8	100	7	87,5
	Центральная	12	12	100	12	100	12	100
	Южная	7	7	100	7	100	5	71,4
Среднее за 2016–2017 гг.		47*	47*	100	47*	100	41*	86,9
2020	Северная	10	10	100	10	100	10	100
	Центральная	16	16	100	16	100	15	93,8
	Южная	4	4	100	4	100	4	100
2021	Северная	1	1	100	1	100	1	100
	Центральная	28	28	100	28	100	27	96,4
	Южная	9	9	100	9	100	9	100
2022	Северная	2	2	100	2	100	2	100
	Центральная	31	31	100	31	100	30	96,8
	Южная	3	3	100	3	100	3	100
2023	Северная	7	7	100	7	100	7	100
	Центральная	24	24	100	24	100	23	95,8
	Южная	8	8	100	8	100	6	75,0
Среднее за 2020–2023 гг.		143*	143*	100	143*	100	137*	96,5

* Всего сортообразцов, шт.

В результате проведенного мониторинга выявлено ежегодное поражение клубней болезнями типа парша независимо от зоны возделывания культуры (таблица 2).

Таблица 2 – Виды парши на клубнях картофеля в конце периода хранения (маршрутные обследования)

Агроклиматическая зона	Болезни клубней, %					
	парша обыкновенная		парша серебристая		парша черная	
	разви- тие	распростра- ненность	разви- тие	распростра- ненность	разви- тие	распростра- ненность
2016 г.						
Северная	19,7	49,5	39,6	87,5	1,6	6,9
Центральная	11,6	38,9	57,0	98,6	12,5	48,6
Южная	13,7	40,7	30,4	77,4	2,1	8,1
Среднее	15,0	43,0	42,3	87,9	5,4	21,2
2017 г.						
Северная	22,9	66,9	44,6	90,1	6,7	22,7
Центральная	18,4	63,7	56,7	99,0	6,8	28,0
Южная	9,3	38,9	41,8	88,0	3,7	15,3
Среднее	16,9	56,5	47,7	92,4	5,7	22,0
Среднее за 2016–2017 гг.	15,9	49,8	45,0	90,1	5,6	21,6
2020 г.						
Северная	3,1	13,7	36,7	95,8	12,5	43,5
Центральная	4,7	18,8	30,1	77,7	7,2	29,4
Южная	5,0	22,3	43,8	99,0	15,8	53,9
Среднее	4,3	18,3	36,8	90,8	11,8	42,2
2021 г.						
Северная	10,8	47,0	9,8	37,0	4,2	18,0
Центральная	9,0	33,9	17,0	47,6	9,0	32,5
Южная	12,2	38,4	22,9	56,5	10,9	39,0
Среднее	10,6	39,8	16,6	47,0	8,0	29,8
2022 г.						
Северная	39,8	75,4	35,6	82,0	24,0	58,2
Центральная	17,1	46,6	31,0	70,9	11,4	37,4
Южная	21,5	56,4	39,0	84,7	17,1	49,9
Среднее	26,1	59,5	35,2	79,2	17,5	48,5
2023 г.						
Северная	15,8	55,4	32,5	84,6	14,7	53,3
Центральная	17,9	56,4	33,0	76,1	9,5	35,2
Южная	10,9	41,6	36,3	72,5	11,8	35,0
Среднее	14,8	51,1	33,9	77,7	12,0	41,2
Среднее за 2020–2023 гг.	14,0	42,2	30,6	73,7	12,3	40,4

Особенно к концу хранения массово проявилась парша серебристая. За годы исследований развитие болезни в среднем по республике варьировало от 16,6 до 47,7 %, а распространенность колебалась от 47,0 до 90,8 %. Полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями белорусских ученых, свидетельствующих о ежегодном и повсеместном поражении клубней болезнью. Причем отмечено, что во время хранения картофеля развитие серебристой парши на клубнях наблюдается даже в том случае, если они были без внешних признаков при уборке, так как возбудитель может находиться длительное время в латентной форме [8]. В то же время усредненные значения пораженности и степени развития парши серебристой на клубнях по агроклиматическим зонам за 2016–2017 гг. были выше, чем за 2020–2023 гг. в 1,5 и 1,2 раза, составляя, соответственно, 45,0 и 90,1 % против 30,6 и 73,7 %.

Объяснить полученные результаты не представляется возможным, поскольку во всех анализируемых хозяйствах была проведена предпосадочная обработка клубней разными химическими препаратами, но связь между применяемыми протравителями и интенсивностью поражения болезнью не установлена. Поскольку на патогенез серебристой парши оказывает влияние целый ряд факторов, среди которых можно выделить почвенно-климатические условия, pH почвенного раствора, температуру и относительную влажность воздуха в период хранения, способ хранения, наличие поражений кожуры другими фитопатогенами, устойчивость клубней к болезни, с которыми, очевидно, и связана возросшая вредоносность серебристой парши [8].

Из комплекса видов парши наименее распространенным оказался ризоктониоз, пораженность клубней которым в среднем по республике варьировала от 5,4 до 17,5 %, а за период 2016–2017 гг. и 2020–2023 гг. составила 21,6 и 40,4 % соответственно. Вместе с тем начиная с 2020 г. выявлено усиление зараженности клубневого материала склероциями гриба *R. solani*. Развитие болезни в среднем за 4-х летний период 2020–2023 гг. было выше в 2,2 раза по сравнению с 2-х летним 2016–2017 гг. и составило 12,3 и 5,6 % соответственно.

Формирование подобной фитосанитарной ситуации по ризоктониозу, как и по парше серебристой, представлено на фоне применяемых средств защиты для предпосадочной обработки клубней, которые обеспечили защиту от болезни, сдержав степень поражения на данном уровне. Высокая агрессивность патогена подтверждается данными российских ученых, свидетельствующими о том, что не существует полностью эффективных методов борьбы с ризоктониозом. Тем более, что в последние годы установлено, что болезнь проявляется не только в местах

с прохладным климатом и обильными осадками, но в жарких условиях, когда интенсивно развивается обыкновенная парша, язвы которой в свою очередь способствуют проникновению возбудителя ризоктониоза. В настоящее время выросло число анастомозных групп, переходящих к паразитированию с других культур на картофель. Не обнаружено ни одного сорта с иммунитетом к поражению столонов и стеблей, лишь отдельные обладают разной устойчивостью клубней. Важно не затягивать со сроками уборки, поскольку по мере возрастания интервала между уничтожением ботвы и сбором урожая возрастает заселенность клубней склероциями гриба [1].

В ходе анализа данных установлена ежегодная пораженность клубней паршой обыкновенной. Отмечено значительное варьирование средних показателей распространенности и развития болезни на отобранных клубнях в хозяйствах из разных агроклиматических зон республики в 2020–2023 гг. Если в 2020 г. степень поражения болезнью поверхности клубней составила 4,3 %, то в 2022 г. – 26,1 % при пораженности 18,3 и 59,5 % соответственно. В период 2016–2017 гг. развитие парши обыкновенной на клубнях было стабильным, достигая ежегодно в среднем по годам 15,0 и 16,9 %. Если учесть, что для защиты картофеля от парши обыкновенной в условиях республики не используют химический метод защиты, поскольку в «Государственном реестре ...» нет ни одного препарата для защиты, то их пораженность следует рассматривать как следствие восприимчивости возделываемых сортов к заражению возбудителями, почвенно-климатических условий и несоблюдения агротехнологических требований, предъявляемых при возделывании культуры в период вегетации в каждом субъекте хозяйствования. В то же время в России для предпосадочной обработки клубней против комплекса болезней (ризоктониоз, серебристая парша, кольцевая гниль, черная ножка, клубневая форма фитофтороза), в том числе и обыкновенной парши используют препараты на основе флудиоксонила, манкоцеба, карбендазима, тиабендазола [12].

Проведенные исследования показали, что к концу хранения картофеля виды парши являются доминирующими на клубнях среди болезней инфекционной природы. Так, их встречаемость колебалась от 65,1 % в 2017 г. до 97,2 % в 2023 г. (рисунок).

При этом среди видов парши преобладала парша серебристая, встречаемость которой в годы исследований варьировала от 34,7 до 58,6 %. В то же время наименее встречаемой (за исключением 2021 г.) оказалась черная (ризоктониоз), которая в структуре инфекционных болезней занимала 8,6–27,0 %.

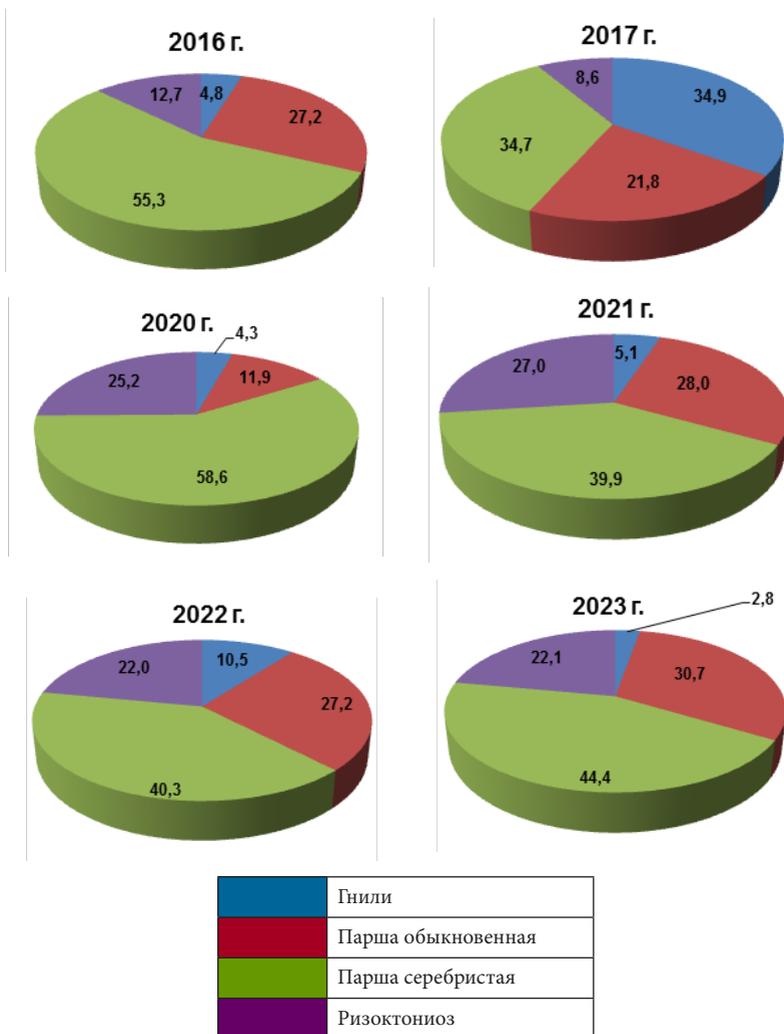


Рисунок – Частота встречаемости (%) видов парши в структуре инфекционных болезней картофеля в период хранения (маршрутные обследования)

Установлено, что в структуре инфекционных болезней к концу хранения картофеля отмечены гнили грибной, бактериальной и смешанной этиологии, встречаемость которых на клубнях чаще всего была невысокой, составляя 2,8–10,5 %. И лишь в 2017 г. встречаемость гнилей среди инфекционных болезней достигла 34,9 %.

Заключение. Таким образом, обобщая полученные результаты многолетних исследований, можно сделать вывод, что возбудители болезней типа парша ежегодно поражают клубни картофеля независимо от агроклиматической зоны возделывания культуры, сорта и применяемых химических средств защиты. Причем между патогенами антагонистических взаимоотношений по характеру проявления симптомов на клубнях не выявлено, то есть на фоне язв обыкновенной парши и склеротий ризоктониоза не отмечено тенденции уменьшения признаков парши серебристой.

Установлено, что к концу хранения наиболее сильно поражена поверхность клубней паршой серебристой, развитие которой в среднем по республике варьировало от 16,6 до 47,7 % при распространенности 47,0–90,8 %. Наименее распространенным оказался ризоктониоз с пораженностью клубней в среднем по республике от 5,4 до 17,5 %. В среднем по республике на отобранных для анализа клубнях степень развития парши обыкновенной колебалась от 4,3 до 26,1 % с распространенностью достигающей свыше 50,0 % в течение 3-х лет из 6-ти изученных.

Выявлено, что к концу хранения картофеля виды парши на клубнях являются наиболее распространенными среди идентифицированных инфекционных болезней. Из комплекса видов парши доминирующей является парша серебристая, встречаемость которой на клубнях в годы исследований варьировала от 34,7 до 58,6 %. Наименее встречаемым оказался ризоктониоз, занимающий в структуре инфекционных болезней 8,6–27,0 %.

Список литературы

1. Белов, Д. А. Современные фитопатогенные комплексы болезней картофеля и меры по предотвращению их распространения в России // Д. А. Белов, А. В. Хиотти // Картофель и овощи. – 2022. – № 5. – С. 18–24.
2. Васильев, А. А. Эффективность применения ТМТД-плюс на картофеле / А. А. Васильев, А. К. Горбунов // Защита и карантин растений. – 2019. – № 10. – С. 24–25.
3. Волчкевич, И. Г. Парша клубней картофеля / И. Г. Волчкевич, В. И. Халаева // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2022. – № 1. – С. 49–52.
4. Говоров, Д. Н. Серебристая парша – опасное заболевание клубней картофеля [Электронный ресурс] / Д. Н. Говоров, А. В. Живых, А. Ю. Мирский // Защита и карантин растений. – 2010. – № 9. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/serebristaya-parsha-opasnoe-zabolevanie-klubney-kartofelya>. – Дата доступа: 22.04.2024.
5. Ризоктониоз [Электронный ресурс] / ред. С. Н. Еланский. – Режим доступа: <http://kartofel.org/bolezni>rhizoc>. – Дата доступа: 22.04.2024.
6. Защита картофеля от ризоктониоза, антракноза и серебристой парши / М. А. Кузнецова [и др.] // Картофель и овощи. – 2017. – № 4. – С. 27–29.
7. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадьсев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
8. Иванюк, В. Г. Роль абиотических и биотических факторов среды в патогенезе серебристой парши клубней картофеля / В. Г. Иванюк, Г. А. Зезюлина // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2004. – № 2. – С. 1–5.

9. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2017. – 272 с.
10. Кузнецова, М. А. Ризоктониоз – опаснейшее заболевание картофеля / М. А. Кузнецова, М. Д. Ерохова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 31–34.
11. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений» ; под ред.: А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буги. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.
12. Роль предпосадочной обработки клубней в борьбе с болезнями картофеля / С. В. Васильева [и др.] // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 37–40.
13. Рудаков, О. Л. Хронические болезни картофеля и меры борьбы / О. Л. Рудаков, В. О. Рудаков // Агро XXI. – 2006. – № 7–9. – С. 26–28.
14. Устойчивость штаммов *Helminthosporium solani* к некоторым фунгицидам, применяемым для обработки клубней картофеля / И. А. Кутузова [и др.] // Защита картофеля. – 2016. – № 2. – С. 18–23.
15. Хютти, А. В. Обыкновенная парша картофеля / А. В. Хютти, А. М. Лазарев, В. К. Чеботарь // С.-х. вести. – 2021. – № 2. – С. 56–57.
16. Хютти, А. В. Ризоктониоз картофеля: встречаем во всеоружии / А. В. Хютти, А. М. Лазарев // С.-х. вести. – 2019. – № 1. – С. 10–11.

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

SCAB INFESTATION OF POTATO TUBERS DURING STORAGE

Annotation. The article presents data on the incidence of tubers with scab species at the end of the potato storage period. It was found that, regardless of the crop cultivation conditions, the incidence of common and silver scab in the variety samples was 100 %, and rhizoctonia was 86,9–96,5 % of the total number of those analyzed. On average in the republic, silver scab was the most common on tubers – up to 90,8 %, rhizoctonia was the least common – up to 48,5 %, and common scab occupied an intermediate position – up to 59,5 %. The development of silver scab varied from 16,6 to 47,7 %, common scab – 4,3–26,1 %, and rhizoctonia – 5,4–17,5 %. In the structure of infectious diseases, silver scab dominated among scab species, with its incidence on tubers amounting to 34,7–58,6 %.

Key words: potato, tubers, soil-tuber infection, scab, prevalence, development, pathogen, incidence, infestation.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 632.6/7:631.563:631.53.01:633.1

Е. В. Бречко, В. О. Трубачёва

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

ВЛИЯНИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ НА КАЧЕСТВО ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Дата поступления статьи в редакцию: 03.06.2024

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

Аннотация. В статье представлен анализ зараженности семенного материала яровых и озимых зерновых культур урожая 2019–2021 гг. вредителями запасов. Из 63 обследованных партий ячменя и пшеницы яровых, пшеницы и тритикале озимых зараженными (наличие живых членистоногих) являлись 34,8–37,5 %. Установлена сильная обратная корреляционная зависимость между численностью акариодных клещей и лабораторной всхожестью, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции ($r = -0,95 - 0,99$). Рассчитана степень зараженности партий семян с учетом численности и вредоносности членистоногих. Проведенный сравнительный анализ суммарной плотности зараженности (СПЗ) партий семян зерновых культур показал, что при определении оптимального срока применения препаратов, когда партия заражена комплексом видов вредителей, следует ориентироваться на показатель СПЗ, а не на экономический порог вредоносности (ЭПВ). Уделено внимание результатам по уточнению биологической эффективности препаратов для защиты семенного зерна. При применении инсектицида Фаскорд, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) численность жесткокрылых насекомых снижалась на 94,6–100 %, клещей – на 66,7–100 %; инсектоакарицида Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) – на 100 % и 83,3–100 % соответственно.

Ключевые слова: вредители запасов, семена зерновых культур, зернохранилища, посевные качества, зараженность, биологическая эффективность, инсектицид, инсектоакарицид.

Введение. Важнейшим фактором увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является качество семян, производство которых регламентируется Законом Республики Беларусь «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений», где определены субъекты производства, реализации и использования семян, указаны государственные органы, осуществляющие сортовой и семенной контроль в семеноводстве.

Посевные качества семян зерновых культур должны отвечать требованиям Постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [11, 12]. Уровень качества устанавливается сравнением действительного и стандартного значений показателей. Если хотя бы по одному показателю продукция не отвечает требованиям данного сорта (класса), она переводится в более низкий товарный сорт (класс) или же признается нестандартной.

Одним из обязательных показателей качества зерна, которое определяют на всех этапах работы с зерном, начиная с формирования партий при уборке урожая, относят зараженность вредителями запасов [13, 15, 23]. Согласно СТБ 1073-97 по данному показателю установлены ограничительные кондиции (нормы качества): оригинальные, элитные и репродукционные семена, в которых обнаружены живые насекомые и их личинки к посеву не допускаются; в оригинальных и элитных семенах не допускается наличие клещей, в репродукционных семенах (I, II и последующие репродукции) их численность не должна быть выше 20,0 ос./кг (таблица 1) [11, 17]. К посеву допускаются семена, проверенные в государственной семенной инспекции [12] и на которые получено «Удостоверение о качестве семян сельскохозяйственных растений».

Таблица 1 – Требования к посевным качествам семян пшеницы, тритикале и ячменя

Наименование признаков посевных качеств семян	Единица измерения	Допустимые значения признаков для различных категорий семян по этапам их воспроизводства				
		оригинальные	элитные	репродукционные		
				I	II–III	последующие
Заселенность живыми вредителями и их личинками, кроме клеща	шт./кг	0	0	0	0	0
Наличие клеща	шт./кг, не более	0	0	20,0	20,0	20,0

При оптимальных условиях вредители запасов обладают высокой плодовитостью, быстро развиваются и могут достигать высокой численности, приводя к потерям в массе и качестве семян. Обобщая литературные источники, установлено, что при питании амбарным долгоносиком теряется до 50 % общей массы, рисовым – от 35 до 75 %. Большой мучной хрущак, ветчинный кожеед, притворяшка-вор в первую очередь в зерне повреждают зародыш, а затем выедают эндосперм. Рыжий и суринамский мукоеды питаются снаружи зерновки, предпочитая битые зерна, но могут внедряться в зону зародыша и питаться там до окукливания [6, 14, 22, 24, 25]. В зерновой массе акароидные

клеши (мучной, удлиненный, обыкновенный волосатый) проникают в зону зародыша зерна, выедают его как самую питательную часть (мучной клещ может снижать массу зародыша на 2,0–3,0 %) и развиваются там, образуя скрытую форму заражения.

В результате у поврежденного зерна снижается всхожесть [1, 16, 21]. Так, пшеница, поврежденная амбарным долгоносиком, теряет всхожесть на 92,0 %, рисовым – на 75,0, мучным хрущакom – на 53,0, суринамским мукоедом – на 25,0, акароидными клещами – на 6,0–19,0 % [2].

Согласно данным И. А. Козича (2014) в республике при изучении вредоносности клещей в семенах овса установлено, что при численности 15,0–20,0 ос./кг повреждение 8,0 % зародышей зерна мучным клещом за 7 дней снизило всхожесть зерновых на 3,0 % при температуре продукции +5 °С [10].

Следует отметить, что всхожесть имеет очень большое значение для семенного зерна, поскольку данный показатель также является регламентируемым. Всхожесть должна быть не менее 82,0–92,0 % в зависимости от категории семян [17].

В связи с этим, для получения семян высокого качества обязательным является соблюдение всех последовательных операций по возделыванию зерновых культур, в том числе послеуборочная доработка зерна, соблюдение режимов хранения и контроль за зараженностью семян вредителями запасов [12].

Для профилактики зараженности семян или в случае обнаружения вредителей проводится химическая дезинсекция. Целесообразность обработок определяется исходя из степени заражения членистоногими и экономической эффективности планируемых работ. На основе показателя суммарной плотности зараженности (СПЗ) насекомыми и клещами партии зерна классифицируют по пяти степеням, введенным в нормативные документы [4, 5, 7]. Однако в «Инструкции по борьбе с вредителями хлебных запасов» (2000) описан такой показатель как количество имаго вредителей в 1 кг зерна, соответствующее экономическому порогу вредоносности (ЭПВ) (ос./кг) [9]. Таким образом, в литературных источниках существует противоречие о критериях экономической целесообразности применения дезинсекции с помощью химического метода, не совсем понятно, на какой показатель ориентироваться: на СПЗ и прогнозирование потерь зерна или на ЭПВ.

В связи с этим целью работы являлось изучить влияние вредителей запасов на отдельные посевные качества семян зерновых культур, рассчитать суммарную плотность (СПЗ) и степень зараженности зерна, обосновать оптимальные сроки применения дезинсекции, а также дать оценку эффективности инсектицидов для защиты семян от членистоногих.

Материалы и методы проведения исследований. Мониторинг состояния семян ячменя и пшеницы яровых, пшеницы и тритикале

озимых по зараженности осуществляли в 2021–2022 гг. в зернохранилищах Брестской (Брестский, Ивановский, Пинский, Столинский районы), Гродненской (Свислочский, Зельвинский, Гродненский, Щучинский районы), Минской (Минский, Дзержинский, Слуцкий, Молодечненский районы), Могилевской (Кличевский район) областях. Анализу подлежало 63 партии семян. Исследования по изучению влияния вредителей запасов на показатели качества семян (ячмень яровой, пшеница и тритикале озимые) проводили в 2021–2022 гг., уточнение биологической эффективности препаратов для защиты зерна от насекомых и клещей вели на базе РУП «Институт защиты растений» в 2023 г.

В период хранения зерна урожая 2019–2021 гг. проводился отбор точечных проб зерновой массы яровых и озимых зерновых культур согласно ГОСТ 13586.6 – 2015 [8]. Партии семян изучаемых культур хранились в семенных зернохранилищах: по конструкции – напольные, закромные, арочные, по способу хранения – в таре (биг-бэги, мешки) и насыпью.

В рамках выполнения исследований определяли посевные качества семенного материала зерна: влажность, лабораторная всхожесть (совместно со специалистами лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений»), зараженность семян вредителями.

Зараженность партий семян в явной форме устанавливали согласно ГОСТ 13586.6 – 93 [7], ГОСТ 12045-97 [19]. Численность вредителей в явной форме учитывали путем просеивания средних проб на наборе сит вручную [7].

Скрытую форму зараженности семян амбарными вредителями определяли методом, основанным на окрашивании пробочек [3, 20].



Рисунок 1 – Скрытая форма зараженности вредителями запасов семян пшеницы (метод окрашивания пробочек)

Лабораторную всхожесть определяли методом проращивания семян в рулонах по ГОСТ 12038-84 [15, 18], влажность семян зерновых культур – с помощью влагомера зерна Grain Moisture Tester PM-650.

Суммарную плотность заражения зерна вредителями (СПЗ), выражаемую количеством экземпляров всех видов членистоногих с учетом вредоносности каждого вида в 1 кг зерна, рассчитывали по формуле:

$$СПЗ = \sum X_c \times K_g,$$

где СПЗ – суммарная плотность зараженности, ос./кг; X_c – средняя плотность зараженности каждым видом вредителя, ос./кг; K_g – коэффициент вредоносности вида.

Для анализа данных использовали коэффициенты вредоносности и ЭПВ (таблица 2) [9].

Таблица 2 – Коэффициенты и экономические пороги вредоносности основных видов вредителей запасов

Вредитель (русское/латинское название)	Коэффициент вредоносности (K_g)	Экономический порог вредоносности (ЭПВ), ос./кг
Зерновой точилицик (<i>Rhyzopertha dominica</i> F.)	1,7	1,8
Амбарный долгоносик (<i>Sitophilus granarius</i> L.)	1,5	2,0
Зерновая моль (<i>Sitotroga cerealella</i> Oliv.), южная амбарная огневка (<i>Plodia interpunctella</i> Hbn.), огневки (<i>Ephestia</i> spp.) (гусеницы)	1,1	2,7
Рисовый долгоносик (<i>Sitophilus oryzae</i> L.)	1,0	3,0
Мучные хрущаки (<i>Tribolium</i> spp.), притворяшки (<i>Ptinus</i> spp.), кожееды (сем. Dermestidae)	0,4	7,5
Мукоеды (<i>Oryzaephilus</i> spp., <i>Laemophloeus</i> spp.)	0,3	10,0
Блестянка (<i>Carpophilus hemipterus</i> L.), скрытники (сем. Latridiidae), скрытноеды (сем. Cryptophagidae)	0,2	15,0
Сеноеды (сем. Atropidae)	0,1	30,0
Хлебные клещи (сем. Acaridae, Tyroglyphidae)	0,05	60,0

Степень зараженности зерна вредителями запасов в зависимости от показателя СПЗ оценивали по шкале, введенной в нормативные документы: I степень – величина показателя СПЗ до 1 ос./кг включительно; II – от 1 до 3 ос./кг; III – от 3 до 15 ос./кг; IV – от 15 до 90 ос./кг; V – свыше 90 ос./кг [7, 9].

Уточнение биологической эффективности препаратов Фаскорд, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) – 16 мл/т, Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) – 16 мл/т проводили на имитационных моделях. Расход рабочей жидкости 500 мл/т. Испытания осуществляли на зерне озимой

пшеницы сорта Элегия репродукции элита. Препараты применяли способом влажной обработки с помощью ручного опрыскивателя марки «Inter есо 1,5». Для опыта использовали зерно, зараженное клещами (имаго, личинки, нимфы). Также семена заражали имаго лабораторной культуры вредителей без разделения на самок и самцов из отряда Жесткокрылые – рисовым и амбарным долгоносиками, суринамским мукоедом. Опыт сопровождали контрольным вариантом (зерно обрабатывали чистой водой). Обработанное и не обработанное зерно размещали в мешках в условиях комнатной температуры +22...+26 °С.

От хранящегося зерна отбирали пробы массой по 100 г в четырех повторностях. Учеты численности насекомых и клещей (живые, мертвые, парализованные) осуществляли до и после обработки на 3-и, 7-е, 14-е, 28-е сутки. Оценка биологической эффективности определяли по формуле:

$$БЭ = 100 \frac{(A - B)}{A},$$

где БЭ – биологическая эффективность, %; A – средняя численность вредителей до обработки, ос./кг; B – средняя численность вредителей после обработки, ос./кг.

Статистическую обработку данных проводили методом корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в 2021 г. и 2022 г. из обследованных партий семенного зерна (23 и 40 соответственно) насекомыми и клещами (явная и скрытая форма зараженности) было заражено 8 (34,8 %) и 15 (37,5 %).

Известно, что на сохранность семян зерновых культур в период хранения оказывают влияние абиотические (температура и относительная влажность воздуха) и биотические (насекомые, клещи) факторы, которые взаимосвязаны между собой [23].

Данная закономерность была четко прослежена нами в годы исследований. Так, на примере Минского района в марте 2021 г. среднесуточная температура воздуха –1,6...+2,8 °С, температура насыпи зерна +5,0...+6,0 °С, относительная влажность воздуха до 84,0 % способствовали тому, что в партиях зерновых культур численность акароидных клещей достигала до 560,0 ос./кг. В марте 2022 г. при среднесуточной температуре воздуха –0,6...+3,7 °С и относительной влажности воздуха 62,0–69,0 % клещи не развивались (рисунок 2). Полученные нами результаты подтверждают литературные данные, согласно которым для развития клещей оптимальной относительной влажностью является критерий 80,0–90,0 % [20].

Данный показатель следует контролировать и учитывать при хранении семян, поскольку согласно нормативным документам семена необходимо хранить при относительной влажности воздуха, не превышающей 70 %, чтобы предотвратить сорбцию (поглощение) водяных паров из воздуха и увлажнение зернопродукции, так как при этом значительно снижается ее устойчивость при хранении [20].

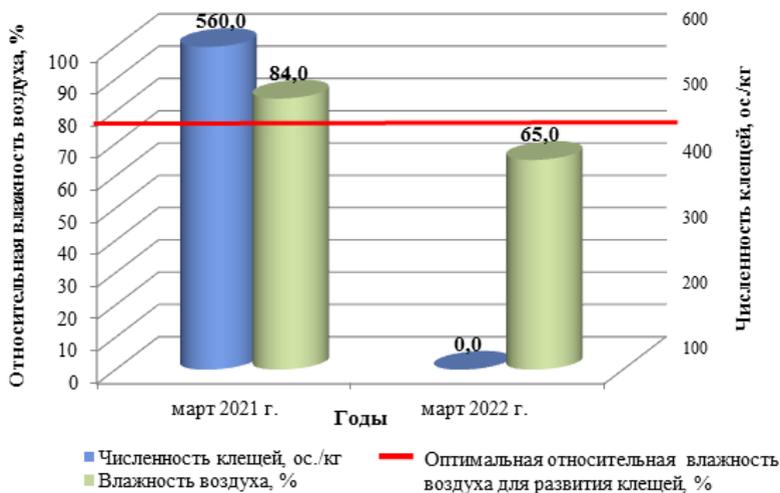


Рисунок 2 – Влияние относительной влажности воздуха на численность клещей в период хранения партий семян яровых зерновых культур (семенное зернохранилище, Минский район)

При проведении лабораторных опытов (2021–2022 гг.) нами установлено, что акароидные клещи – мучной (*Acarus siro* L.), обыкновенный волосатый (*Glycyphagus destructor* Ouds.), удлиненный клещ (*Tyrophagus putrescentiae* Schr.), обыкновенный хищный (*Cheyletus eruditus* Schr.) (рисунок 3) оказывали отрицательное влияние на посевные качества семян зерновых культур.

В годы исследований при численности клещей от 266,7 до 560,0 ос./кг лабораторная всхожесть семян зерновых культур (ячмень яровой, тритикале озимое) снижалась на 29,0–62,0 % в зависимости от обследуемой партии по сравнению с регламентируемыми значениями СТБ 1073-97 (таблица 3, рисунок 4).

Вместе с тем, численность клещей 50,0 ос./кг негативного влияния на лабораторную всхожесть не оказывала, составляя 88,5 %, что выше регламентируемой всхожести на 1,5 % (таблица 3).



Мучной клещ
(*Acarus siro* L.)



Обыкновенный волосатый клещ
(*Glycyphagus destructor* Ouds.)



Удлиненный клещ
(*Tyrophagus putrescentiae* Schr.)



Обыкновенный хищный клещ
(*Cheyletus eruditus* Schr.)

Рисунок 3 – Виды акариодных клещей обнаруженные в семенах зерновых культур (стереомикроскоп Альтами СМО 745-Т (СМО870-т), увеличение SWH10x)

Таблица 3 – Влияние акариодных клещей на всхожесть семян яровых и озимых зерновых культур (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Культура, сорт, репродукция	Численность клещей, ос./кг		Всхожесть, %		
	перед посевом	регламентируемая СТЬ 1073-97	лабораторная	регламентируемая СТЬ 1073-97	отклонение
Март, 2021 г.*					
Ячмень яровой, Бровар, элита	266,7	0	63,0	92,0	29,0
Ячмень яровой, Аванс, элита	560,0		30,0	92,0	62,0
	390,1		43,0	92,0	49,0
Август, 2022 г.**					
Пшеница озимая, Маркиза, I репр.	50,0	до 20,0	88,5	87,0	–
Тритикале озимое, Гренада, I репр.	280,0		52,0	85,0	33,0

* Партии семян из зернохранилищ Минского района; ** Партии семян из зернохранилищ Дзержинского района.



Рисунок 4 – Снижение всхожести семян тритикале озимого под влиянием акариодных клещей (лабораторный опыт, сорт Гренада, метод рулонов, 2022 г.)

В отобранных пробах влажность зерна колебалась от 10,8 до 12,7 % (минимальная для развития клещей – 13,0–14,0 %). Вместе с тем, наличие живых клещей при невысокой влажности можно объяснить тем, что влажность зародыша зерновки обычно несколько выше средней ее влажности, клещи в сухом зерне могут внедряться в зародыш и там образовывать под оболочкой колонии, что особенно опасно для зерна семенного назначения [14].

На основании статистической обработки данных по зараженности партий, нами рассчитаны уравнения регрессии, характеризующие зависимость лабораторной всхожести семян зерновых культур (ячменя ярового, пшеницы и тритикале озимых) от численности клещей (таблица 5).

Таблица 5 – Вредоносность клещей в семенах зерновых культур (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент	
		корреляции, r	детерминации, d
2021	$y = 92,202 - 0,120 x$	-0,953	0,907
2022	$y = 99,515 - 0,130 x$	-0,998	0,997

Примечание. y – лабораторная всхожесть семян, %, x – численность клещей, ос./кг.

Высокие коэффициенты корреляции ($r = -0,95 - 0,99$) приведенных уравнений свидетельствуют о сильной обратной степени связи между переменными (y – лабораторная всхожесть) и (x – численность клещей). С увеличением численности клещей лабораторная всхожесть семян зерновых культур снижается.

Для определения критериев целесообразности проведения защитных мероприятий нами был проведен анализ партий семян отобранных из зернохранилищ республики на зараженность (наличие живых) вредителями запасов.

В таблице 6 представлена степень зараженности семян яровых и озимых зерновых культур на примере отдельных партий. Согласно существующей классификации данные партии можно отнести к различным степеням зараженности (от I до IV). Так, партии ячменя ярового сорта Аванс (элита, 23,5 т) и сорта Батька (элита 285,0 т), перед посевом не были заражены вредителями и были допущены к посеву.

В партии ячменя ярового сорта Рейдер (элита, 40,0 т) и тритикале озимого сорта Динамо (элита, 30,0 т) численность клещей достигала соответственно 5,0 и 15,0 ос./кг, СПЗ – 0,3 и 0,8 ос./кг, что соответствовало I степени зараженности, при которой целесообразен дальнейший мониторинг.

Таблица 6 – Целесообразность применения препаратов для защиты семян зерновых культур от вредителей (производственные опыты, семенные зернохранилища, Минская, Брестская область, 2021–2022 гг.)

Культура	Сорт, репродукция, год урожая	Численность, ос./кг		СПЗ*, ос./кг	Степень зараженности**	Обоснование целесообразности применения препаратов [5]
		клещей	насекомых			
Ячмень яровой	Аванс, элита, 2020,	0	0	0	не заражено	Зерно допускается к посеву
	Батька, элита, 2021	0	0	0	не заражено	
	Рейдер, элита, 2020	5,0	0	0,3	I	Стоимость потерь зерна меньше стоимости дезинсекции. Целесообразен мониторинг
Тритикале озимое	Динамо, элита, 2020	15,0	0	0,8	I	
Пшеница озимая	Сюита, I репр., 2019	55,0	0	2,8	II	Стоимость потерь соизмерима со стоимостью дезинсекции
	Богатка, I репр., 2020	60,0	0	3,0	II	
	Маркиза, I репр., 2021	30,0	5,0	3,0	II	
Тритикале озимое	Прометей, I репр., 2020	65,0	0	3,3	III	Стоимость потерь зерна выше стоимости дезинсекции. Зерно допускается использовать на продовольственные цели
	Гренадо, I репр., 2021	75,0	35,0	14,3	III	
Ячмень яровой	Аванс, элита, 2020	560,0	0	28,0	IV	Зерно допускается использовать на продовольственные цели только после подсортировки чистого зерна

* СПЗ – суммарная плотность заражения зерна данной партии вредителями запасов;

** I степень – СПЗ до 1,0 ос./кг; II – 1,0–3,0; III – 3,0–15,0; IV – 15,0–90,0 ос./кг.

При II степени зараженности, когда стоимость потерь зерна соизмерима со стоимостью дезинсекции и обработка целесообразна, фактическая численность мучного клеща в партиях Сюита и Богатка (I репродукция) колебалась от 55,0 до 60,0 ос./кг, СПЗ – 2,8–3,0 ос./кг. В партии семян пшеницы озимой сорта Маркиза (I репродукция, 152,7 т) были обнаружены как клещи (мучной, обыкновенный волосатый, обыкновенный хищный) – 30 ос./кг (ЭПВ – 60 ос./кг), так и жесткокрылые насекомые (короткоусый мукоед) – 5,0 ос./кг (ЭПВ – 10 ос./кг), СПЗ – 3,0 ос./кг (таблица 6).

Возможно, мы можем ориентироваться на ЭПВ, указанным в «Инструкции...» (таблица 2) [9], в том случае, когда партии заражены только одним видом вредителя. В том случае, если же партии заражены комплексом видов, необходимо учитывать их комплексную вредоносность и ориентироваться на СПЗ.

При III степени зараженности семена тритикале озимого были заражены клещами с численностью 65,0–75,0 ос./кг и жесткокрылыми насекомыми (короткоусый и суринамский мукоеды, масляничная плоскотелка) – 35,0 ос./кг, СПЗ – 3,3–14,3 ос./кг. В этом случае зерно допускается использовать на продовольственные цели (таблица 6).

В партии ячменя ярового сорта Аванс (элита, 121,0 т) численность клещей (мучной и обыкновенный волосатый) достигала 560,0 ос./кг. При оценке вредоносности величина СПЗ составила 28,0 ос./кг, что соответствовало IV степени, когда зерно допускается использовать на продовольственные цели только после подсортировки чистого зерна (таблица 6). Также отмечалось значительное снижение лабораторной всхожести (30,0 %). В связи с требованиями к семенному зерну посевные качества ячменя ярового сорта Аванс не соответствовали СТБ 1073-97.

Наиболее эффективным способом защиты зерна семенного назначения от вредителей запасов является влажная обработка инсектицидами в процессе закладки его на хранение с использованием препаратов контактного действия. Нами была уточнена эффективность препаратов Фаскорд, КЭ (16 мл/т) и Актеллик, КЭ (16 мл/т).

В качестве тест-объекта использовали имаго трех видов насекомых – рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.), амбарный долгоносик (*S. granarius* L.), образующих в своем развитии скрытую форму зараженности (первичные), и суринамский мукоед (*Oryzaephilus surinamensis* L.) (вторичный). Зерно было заражено разными видами клещей – мучной (*Acarus siro* L.), обыкновенный волосатый (*Glycyphagus destructor* Ouds.), обыкновенный хищный (*Cheyletus eruditus* Schr.).

Так, в пробах семенного зерна озимой пшеницы при подсадке общая численность жесткокрылых насекомых перед обработкой (09.06.2023) составляла 92,5 ос./кг, из них амбарный долгоносик 25,0 ос./кг, рисовый долгоносик – 7,5, суринамский мукоед – 60,0 ос./кг. Численность

клещей достигала 30,0 ос./кг, из них мучной – 15,0, обыкновенный волосатый – 5,0, обыкновенный хищный – 10,0 ос./кг.

Установлено, что биологическая эффективность инсектицида Фаскорд, КЭ на 3-и сутки после обработки против жесткокрылых насекомых была на уровне препарата Актеллик, КЭ: гибель вредителей достигала соответственно 94,6 и 100 % (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние инсектицидов на снижение численности жесткокрылых насекомых-вредителей запасов для защиты семенного зерна при хранении (опыт на имитационных моделях, озимая пшеница, сорт Элегия, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант, норма расхода	Численность до обработки, ос./кг	Сутки после обработки							
		3-и (12.06.)		7-е (16.06.)		14-е (23.06.)		28-е (07.07.)	
		численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %
Без применения инсектицида*	92,5	70,0	–	107,5	–	65,0	–	10,0	–
Фаскорд, КЭ, 16 мл/т		5,0	94,6	0	100	0	100	0	100
Актеллик, КЭ, 16 мл/т		0	100	0	100	0	100	0	100

Примечания: Дата обработки – 9 июня 2023 г.; БЭ – биологическая эффективность.

* В варианте без применения инсектицида указана общая численность жесткокрылых насекомых-вредителей запасов, ос./кг.

Анализируя пробы зерна озимой пшеницы на зараженность клещами выявлено, что на 3-и сутки после применения препарата Фаскорд, КЭ численность составляла 10,0 ос./кг, при этом биологическая эффективность достигала лишь 66,7 %. В то время как численность клещей при применении инсектоакарицида Актеллик, КЭ была на уровне 5,0 ос./кг, биологическая эффективность была выше на 16,6 % и достигала 83,3 % (таблица 8).

Как видно из данных таблиц 7 и 8 на 7-е, 14-е и 28-е сутки после обработки семян изучаемыми препаратами отмечалось снижение численности, как жесткокрылых насекомых, так и клещей на 100 %.

Таким образом, при краткосрочном хранении зерна (в течение 1 месяца) была обеспечена полная защита семян от рисового и амбарного долгоносиков, суринамского мукоеда и акароидных клещей.

Заключение. Анализ семенного материала ячменя и пшеницы яровых, пшеницы и тритикале озимых урожая 2019–2021 гг. показал, что из 63 обследованных партий зараженными являлись 34,8–37,5 %.

Установлено, что уровень зараженности семян акароидными клещами связан с абиотическими факторами: при относительной влажности

воздуха до 84,0 % в партиях яровых зерновых культур численность клещей может достигать до 560,0 ос./кг.

Таблица 8 – Влияние инсектицидов на снижение численности акароидных клещей для защиты семенного зерна при хранении (опыт на имитационных моделях, озимая пшеница, сорт Элегия, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант, норма расхода	Численность до обработки, ос./кг	Сутки после обработки							
		3-и (12.06.)		7-е (16.06.)		14-е (23.06.)		28-е (07.07.)	
		численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %	численность, ос./кг	БЭ, %
Без применения инсектицида*	30,0	17,5	–	10,0	–	5,0	–	2,5	–
Фаскорд, КЭ, 16 мл/т		10,0	66,7	0	100	0	100	0	100
Актеллик, КЭ, 16 мл/т		5,0	83,3	0	100	0	100	0	100

Примечания: Дата обработки – 9 июня 2023 г.;

* В варианте без применения инсектицида указана общая численность клещей, ос./кг;

БЭ – биологическая эффективность.

Выявлено, что акароидные клещи (семейства мучные и волосяные) оказывали отрицательное влияние на один из показателей посевных качеств семян зерновых культур – лабораторную всхожесть. При численности клещей 266,7–560,0 ос./кг лабораторная всхожесть семян зерновых культур (ячмень яровой, тритикале озимое) снижалась на 29,0–62,0 % по сравнению с регламентируемыми значениями СТБ 1073-97. Установлена сильная обратная корреляционная зависимость между данными показателями, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции ($r = -0,95-0,99$).

Определено, что при оптимальном сроке применения препаратов, когда стоимость потерь зерна соизмерима со стоимостью дезинсекции (II степень, СПЗ – 1,0–3,0 ос./кг), фактическая численность клещей в партиях колебалась от 30,0 до 60,0 ос./кг (ЭПВ – 60 ос./кг), короткоусого мукоода – 5,0 ос./кг (ЭПВ – 10 ос./кг). Поэтому для того, чтобы учесть комплексную вредоносность вредителей запасов при принятии решения о целесообразности дезинсекции необходимо ориентироваться на СПЗ.

Для защиты зерна, предназначенного на семенные цели при краткосрочном хранении (1 месяц) эффективно применение препаратов Фаскорд, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) и Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) в нормах расхода 16 мл/т. Так, на 3-и сутки после обработки семян озимой пшеницы инсектицидом Фаскорд, КЭ численность жесткокрылых вредителей снижалась на 94,6 %, клещей – на 66,7 %; инсектоакарицидом Актеллик, КЭ – на 100 % и

83,3 % соответственно. На 7-е, 14-е и 28-е сутки после обработки семян изучаемыми препаратами биологическая эффективность против жесткокрылых насекомых и клещей достигала 100 %.

Список литературы

1. Акимов, И. А. Биологические основы вредности акаридных клещей / И. А. Акимов. – Киев : Наук. думка, 1985. – 160 с.
2. Бондаренко, І. В. Шкідники зерна колосових культур в період зберігання / І. В. Бондаренко, М. П. Секун, О. Г. Власова // Захист і карантин рослин. – 2016. – Вип. 62. – С. 64–71.
3. Ерешко, А. С. Практикум по семеноведению и семеноводству сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / А. С. Ерешко, Р. Г. Бершанский, В. Б. Хронюк ; М-во сел. хоз-ва РФ, Донской гос. аграр. ун-т. – Зерноград: Азово-Черноморский инженер. ин-т ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 112 с.
4. Закладной, Г. А. В помощь желающим узнать убытки от насекомых / Г. А. Закладной // Хлебопродукты. – 2018. – № 6. – С. 26–27.
5. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной. – М.: [б. и.], 2006. – 24 с. – (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 6).
6. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей : монография / Г. А. Закладной. – М. : Колос, 1983. – 215 с.
7. Зерно. Методы определения зараженности вредителями : ГОСТ 13586.6-93. – Взамен ГОСТ 13586.4-93 ; введ. 02.06.1994. – Минск: Госстандарт, 2010. – 8 с.
8. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб : ГОСТ 13586.3-2015. – Взамен ГОСТ 13586.3-83 ; введ. РФ 01.07.16. – М. : Стандартиформ, 2019. – 15 с.
9. Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов : утв. Комитетом по хлебопродуктам при Минсельхозпрод Республики Беларусь ; под общ. ред. А. И. Быховца. – Минск : [б. и.], 2000. – 414 с.
10. Козич, И. А. Обоснование мероприятий по защите зерна и продуктов его переработки от амбарных вредителей : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / И. А. Козич. – Прилуки, 2014. – 166 л.
11. Об установлении требований к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс] : постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 29 окт. 2015 г., № 37 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://gogiskzr.by/semenovodstvo/normative-base/Doc-5-1-Postanovlenie-37-06012023.pdf>. – Дата доступа: 23.02.2023.
12. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разработ. Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – 532 с.
13. Посевные качества и урожайные свойства семян : учеб.-метод. пособие / В. Г. Тарануха [и др.] ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ образования, науки и кадров, Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки: [б. и.], 2009. – 64 с.
14. Путеводитель по вредителям хлебных запасов и «Простор» как средство борьбы с ними / Г. А. Закладной [и др.] ; под общ. ред. Г. А. Закладного. – М. : Изд-во МГОУ, 2003. – 106 с.
15. Равков, Е. В. Семенной контроль: лабораторный практикум / Е. В. Равков, Н. Г. Тарануха, В. И. Бушуева ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ образования, науки и кадров, Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2013. – 100 с.
16. Лившиц, И. З. Сельскохозяйственная акарология : монография / И. З. Лившиц, В. И. Митрофанов, А. З. Петрушов ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. селекционно-технолог. ин-т садоводства и питомниководства Рос. акад. с.-х. наук. – М. : ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2011. – 351 с.
17. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Минск : Госстандарт, 2010. – 17 с.

18. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.1986. – М. : Стандартинформ, 2011. – 65 с.
19. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения заселенности вредителями: ГОСТ 12045-97. – Введ. 01.07.1998. – М. : Стандартинформ, 2011. – 6 с.
20. Слепченко, Л. Г. Сельскохозяйственная энтомология : учеб. пособие / Л. Г. Слепченко, Д. М. Бояр, А. В. Свиридов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 287 с.
21. Соколов, Е. А. Хлебные клещи – вредители зернопродуктов / Е. А. Соколов // Защита и карантин растений. – 2005. – № 5. – С. 30–34.
22. Справочник вредителей запасов / Е. В. Бречко [и др.] ; под редакцией Е. В. Бречко, Л. И. Трепашко ; РУП «Ин-т защиты растений», Лаборатория энтомологии. – Минск: Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2021. – 40 с.
23. Цык, В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства : курс лекций / В. В. Цык. – Горки : БГСХА, 2013. – 195 с.
24. Юлдашева, Ш. Ж. Влияние амбарных вредителей на качество зерна пшеницы / Ш. Ж. Юлдашева // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 2 (37). – С. 27–29.
25. Atlas szkodników roślin rolniczych dla praktyków / M. Mrówczyński [et al.]. – Poznan : Polskie Wydawnictwo Rolnicze Sp. z o. o., 2017. – 368 s.

E. V. Brechko, V. O. Trubacheva

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

INFLUENCE OF STORAGE PESTS ON THE QUALITY OF SEED MATERIAL OF GRAIN CROPS

Annotation. The article presents an analysis of the contamination of seed material of spring and winter grain crops for the 2019–2021 harvest of storage pests. There is 34,8–37,5 % of infected (the presence of live arthropods) of the 63 surveyed batches of barley and spring wheat, winter wheat and triticale. A strong inverse correlation has been established between the number of acaroid mites and laboratory germination, as evidenced by the correlation coefficients ($r = -0,95-0,99$). The degree of contamination of seed batches was calculated taking into account the number and harmfulness of arthropods. A comparative analysis of the total infestation density (TID) of batches of grain seeds showed that when determining the optimal period for using product when a batch is infected with a complex of pest species, one should focus on the TID indicator, and not on the economic threshold of harmfulness (EPT). Attention is paid to the results of clarifying the biological effectiveness of preparations for protecting seed grains. When using the insecticide Fascord, EC (alpha-cypermethrin, 100 g/l), the number of coleopteran insects decreased by 94,6–100 %, mites – 66,7–100 %; insectoacaricide Actellik, EC (pirimiphos-methyl, 500 g/l) – 100 % and 83,3–100 %, respectively.

Key words: storage pests, grain seeds, grain storage facilities, sowing qualities, infestation, biological effectiveness, insecticide, insectoacaricide.

**И. Г. Волчкевич, В. И. Халаева, М. В. Конопацкая, М. В. Васюхневич,
А. В. Патракеева**

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

ОЦЕНКА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 18.06.2024

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

Аннотация. Приведены результаты исследований по оценке биологической и хозяйственной эффективности перспективных (Такер, КС и Шансометокс Трио, КС) и широко используемых (Имидор Про, КС, Койот, КС, Круйзер, СК, Селест Топ, КС) препаратов, применяемых способом предпосадочной обработки клубней, в защите картофеля от колорадского жука, тлей и проволочников. Показано, что изучаемые инсектициды эффективно снижали численность фитофагов и их вредоносность. Установлено, что биологическая эффективность токсикантов в отношении колорадского жука составила 83,4–100 %, тлей – переносчиков вирусных заболеваний – 100 %, в снижении поврежденности клубней проволочниками – 71,7–95,9 %. В результате применения препаратов отмечено их влияние на всхожесть, высоту растений и среднее число стеблей на куст. Кроме того, установлено, что использование изучаемых токсикантов способствует сохранению до 61,1 % урожая клубней картофеля.

Ключевые слова: картофель, колорадский жук, тли, проволочники, биометрические показатели, всхожесть, высота, количество стеблей, инсектициды, биологическая эффективность.

Введение. Картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Беларуси. Ввиду наличия большого количества питательных веществ, культура поражается широким спектром вредных организмов [11]. На протяжении многих лет основным фитофагом в период вегетации картофеля остается колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Среди многоядных вредителей доминируют личинки жуков щелкунов (отр. Coleoptera, сем. Elateridae). При возделывании семенного картофеля повышается вредоносность тлей (сем. Aphididae) – переносчиков вирусной инфекции [9, 12].

Согласно литературным данным при наличии 15 личинок колорадского жука на куст потери урожая клубней картофеля составляют 15,0–20,0 %, с увеличением численности до 30 личинок/куст могут достигать до 50,0 %, а повышение плотности популяций фитофага свыше 40 личинок/куст препятствует получению урожая культуры [4, 9, 11]. Кроме того, известно, что при уничтожении колорадским жуком 50 % листовой поверхности картофеля (до фазы цветения) урожай клубней

уменьшается в 2–3 раза, при 100 %-м объедании листьев – в 6–8 раз. Так же потери урожая могут составлять до 50 % в зависимости от сорта и фазы развития растений в момент появления вредоносной стадии фитофага [3, 4, 9]. В зонах постоянно высокой численности вредителя даже при проведении защитных мероприятий потери могут достигать 30,0 %, а при их отсутствии – до 100 % [8].

Личинки жуков-щелкунов или проволочники являются не менее вредоносными объектами для картофелеводства. Как известно, динамика вредоносности щелкунов в значительной мере определяется изменением гидротермического режима почвы. В засушливых условиях проволочники начинают интенсивнее повреждать клубни картофеля с целью компенсации дефицита влаги. В то же время при уровне влажности верхнего горизонта почвы ниже критического личинки уходят в более глубокие влажные слои. С этим связаны особенности сезонной динамики миграционной активности, пищевого поведения и вредоносности проволочников в летний период при различных условиях увлажнения [5, 10]. По мере формирования урожая, личинки различных возрастов концентрируются у кустов картофеля, проделывая ходы в клубнях [11]. По литературным данным поврежденность клубней картофеля проволочниками к уборке может достигать 40–60 % [12]. Вредоносность личинок проявляется в угнетении поврежденных растений, изреживании всходов и ухудшении товарных качеств клубней картофеля. Кроме того, нарушение целостности покровов клубня позволяет проникать возбудителям грибных и бактериальных заболеваний, что приводит к их загниванию по типу сухой или мокрой гнили [6, 10].

Тли на картофеле экономически значимы как переносчики вирусной инфекции. Активный перенос вирусов тлями происходит вследствие ряда биологических особенностей последних: массовое и быстрое размножение, высокая подвижность при миграции и чередование кормовых растений-хозяев, строение ротовых органов и характер питания [1]. В то же время при высокой численности бескрылые особи способны повреждать листья, высасывая из них клеточный сок и выделяя ферменты в ткани, что вызывает их скручивание и сморщивание, приводит к задержке роста растений картофеля и, как следствие, к снижению урожая и его качества [13]. Поскольку тли питаются в труднодоступных для попадания препарата местах, то ограничение их распространения стандартными обработками в период вегетации является весьма затруднительным следовательно, требует проведения специальных защитных мероприятий, одним из которых является обработка семенных клубней перед посадкой [13].

На сегодняшний день неотъемлемой частью в системе защитных мероприятий при возделывании картофеля и одним из путей решения вопроса по защите посадок культуры от фитофагов является использование инсектицидов способом предпосадочной обработки клубней.

Данный вид применения средств защиты растений позволяет защитить молодые ростки картофеля от широкого спектра вредных организмов, а также способствует получению высокой урожайности клубней с хорошими качественными показателями [6].

В связи с вышесказанным, возникает потребность в инсектицидных протравителях с расширенным спектром действия и технологичных в применении. При этом следует помнить, что неконтролируемое применение химических средств защиты растений позволяет колорадскому жуку вырабатывать резистентность в среднем за 3–5 лет ко многим действующим веществам, входящим в состав препаратов, что усложняет борьбу с ним. Обеспечение эффективности и безопасности химического метода защиты растений требует поиска препаратов из новых химических классов, изучение их влияния на численность и вредоносность фитофагов для расширения ассортимента средств защиты в картофелеводстве что и явилось целью данной работы.

Методика проведения исследований. Во время маршрутных обследований партий картофеля в период хранения в хозяйствах республики проведено изучение поврежденности клубней почвообитающими вредителями. Клубневой анализ проведен с отбором проб: от каждой партии картофеля массой 10 т отобран образец в 200 клубней не менее чем из 10 разных мест; на каждые следующие 10 т дополнительно отобраны по 50 клубней не менее чем из 4-х мест (на глубине 20–30 см брали подряд без выбора одинакового числа клубней) [15]. Отобранные образцы в лаборатории отмывали и визуально осматривали каждый клубень на поврежденность личинками жуков щелкунов согласно требованиям к сортовым и посевным качествам семян картофеля (до 3-х ходов и более 3-х ходов) [14, 15, 16].

В период вегетации картофеля проводили оценку численности колорадского жука и тлей. Материалом для исследований являлись образцы картофеля сортов отечественной и зарубежной селекции в хозяйствах республики, а также посадки среднеспелого сорта Скарб в 2021 и в 2022 гг., среднераннего сорта Манифест в 2023 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений».

Объектами исследований являлись колорадский жук, тли – переносчики вирусных заболеваний и личинки жуков-щелкунов.

Площадь опытной делянки в полевых исследованиях составляла 25 м², повторность – четырехкратная, расположение – рендомизированное. Агротехника – общепринятая для возделывания картофеля в центральной агроклиматической зоне.

Перед посадкой на опытном участке численность проволочников учитывали методом почвенных раскопок на глубину 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого, диаметром 11,3 см и площадью рабочей поверхности 0,01 м² с отбором почвенных проб в шахматном порядке, определяя среднее количество вредителей (экземпляров) на

1 м² [15]. Оценку поврежденности клубней проволочниками проводили в период уборки урожая с определением числа слабо поврежденных (1 ход на клубень) и сильно поврежденных (более 1 хода на клубень) клубней [15].

Учеты всхожести, высоты стеблей и стеблеобразующей способности растений картофеля определяли в фазу полных всходов культуры на 30 и 40 сутки после посадки соответственно на сортах Манифест и Скарб [15].

Для защиты картофеля от вредной энтомофауны изучали как однокомпонентные инсектицидные препараты – Койот, КС (имidakлоприд, 600 г/л) в норме расхода 0,25 л/т, Имидор Про, КС (имidakлоприд, 200 г/л) – 0,7 л/т, Круйзер, СК (тиаметоксам, 350 г/л) – 0,22 л/т и Такер, КС (клотианидин, 600 г/л) – 0,1–0,15 л/т, так и многокомпонентные инсектофунгицидные – Селест Топ, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) с нормой расхода 0,4 л/т и Шансометокс Трио, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) – 0,4 л/т, применяемые способом предпосадочной обработки клубней картофеля с нормой расхода рабочей жидкости 10–15 л/т.

В период вегетации учет численности колорадского жука (имаго, яйца, личинки) проводили, используя метод учетных растений (площадок), состоящих из 10–20 примыкающих друг к другу растений [14, 15]. Учет тлей-переносчиков вирусной инфекции осуществляли по бескрылой популяции с тестированием их численности методом 100-лиственной пробы. Все учеты проводили после появления фитофага в вариантах без обработок в период вегетации культуры [15].

Биологическую и хозяйственную эффективность препаратов определяли с помощью общепринятых в энтомологии методик [15]. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием метода дисперсионного анализа и программного обеспечения статистической обработки данных MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам фитосанитарной экспертизы клубней картофеля в хранилищах республики (2021–2023 гг.) установлена высокая поврежденность их личинками жуков-щелкунов. Так, количество клубней, поврежденных проволочниками в слабой степени (до 3-х ходов) достигало 12,2 %, в сильной степени (более 3-х ходов) – 17,1 %, что превышало допуски, предъявляемые действующим стандартом к элитному (5,0 %) [16] семенному картофелю в 2021–2022 гг. (таблица 1).

Согласно маршрутным обследованиям, проведенным в 2021–2023 гг. в картофелеводческих хозяйствах республики определено, что в период вегетации численность колорадского жука на фоне проведения защитных мероприятий варьирует от 0,1 до 16,4 ос./растение (ЭПВ 8,0–16,0 особей/куст) [2], а максимальная заселенность картофеля достигает 60,0 %.

Таблица 1 – Поврежденность клубней картофеля личинками жуков-щелкунов в период хранения (маршрутные обследования, через 6 месяцев хранения)

Год	Поврежденность клубней, %	
	до 3-х ходов	более 3-х ходов
2021	7,8	17,1
2022	5,5	7,5
2023	12,2	4,1

При оценке численности колорадского жука на растениях картофеля, через 45–49 дней после посадки в вариантах без обработки заселенность растений фитофагом варьировала от 30,7 до 52,8 % с количеством личинок вредителя от 9,7 до 37,7 ос./ растение.

Биологическая эффективность препаратов Имидор Про, КС по снижению численности вредителя в течение вегетации составила 83,4–100 %, Круйзер, СК – 89,1–96,6, Койот, КС – 94,2–99,4 %, Такер, КС – 93,2–100 %, Селест Топ, КС и Шансометокс Трио, КС – 100 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность препаратов для предпосадочной обработки клубней в защите картофеля от колорадского жука (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л/г	Биологическая эффективность (%), по суткам после появления вредителя в вариантах без обработки		
		3	7	14
2021 г.				
Без обработки*	–	34,2	36,7	37,0
Имидор Про, КС	0,7	100	98,6	83,4
Такер, КС	0,1	100	94,5	93,2
2022 г.				
Без обработки*	–	40,8	51,6	36,0
Круйзер, СК	0,22	96,6	95,5	89,1
Такер, КС	0,1	97,6	96,3	95,3
Такер, КС	0,15	100	99,8	99,4
2023 г.				
Без обработки*	–	40,9	38,4	15,1
Койот, КС	0,25	99,4	98,5	94,2
Селест Топ, КС	0,4	100,0	100,0	100,0
Шансометокс Трио, КС	0,4	100,0	100,0	100,0

Примечания: 1. * Численность личинок вредителя, особей/учетное растение; 2. Дата появления личинок колорадского жука в варианте без обработки: 08.07.2021 г. с численностью 9,7 особей/ растений; 04.07.22 г. с численностью 37,7 особей/ растение; 04.07.23 г. с численностью 26,0 особей/ растение.

В связи с тем, что все используемые токсиканты характеризуются системными и трансламинарными свойствами, то их защитный эффект,

связанный с проникновением действующего вещества после прорастания клубней в надземные части растений по проводящей системе, сохраняется в тканях более 80 дней [5, 8]. В результате чего листовая поверхность растений картофеля была без видимых повреждений фитофагом, в то время как в вариантах без обработки степень повреждения куста в годы исследований достигала 62,1–72,1 %.

По результатам оценки состояния бескрылой популяции тлей установлено, что биологическая эффективность изучаемых препаратов Имидор Про, КС, Такер, КС, Койот, КС, Круйзер, СК, Селест Топ, КС и Шансометокс Трио, КС на все даты учета достигала 100 % при численности в варианте без обработки от 10 до 17,0 ос./100 листьев (ЭПВ 5,0–10,0 ос./100 листьев).

При оценке вредоносности личинок жуков-щелкунов в период уборки картофеля определено, что при применении препаратов Имидор Про, КС, Такер, КС, Койот, КС, Круйзер, СК, Селест Топ, КС и Шансометокс Трио, КС прослеживалась тенденция снижения поврежденности клубней проволочниками на фоне их численности перед посадкой 21,1–41,7 ос./м², что значительно превышало пороговый уровень вредоносности (5,0–10,0 ос./м²) [2]. Биологическая эффективность изучаемых препаратов достигала 71,7–95,9 % по снижению количества поврежденных клубней проволочниками (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность препаратов для предпосадочной обработки клубней против проволочников в посадках картофеля (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л/г	Поврежденность клубней, %			Биологическая эффективность, %
		всего	в том числе		
			1 ход	более 1 хода	
2021 г.					
Без обработки	–	7,1	5,7	1,4	–
Имидор Про, КС	0,7	1,5	0,7	0,7	79,6
Такер, КС	0,1	0,7	0,7	0,0	90,1
2022 г.					
Без обработки	–	27,2	13,3	14,0	–
Круйзер, СК	0,22	7,8	3,9	3,9	71,7
Такер, КС	0,1	7,2	3,6	3,6	73,5
Такер, КС	0,15	6,1	2,7	3,4	77,7
2023 г.					
Без обработки	–	7,3	2,9	4,4	–
Койот, КС	0,25	2,0	1,4	0,6	72,6
Селест Топ, КС	0,4	0,3	0,3	0,0	95,9
Шансометокс Трио, КС	0,4	0,3	0,3	0,0	95,9

Примечание. Численность проволочников перед посадкой в 2021 г. составила 23,7 экз./м², в 2022 г. – 41,7, в 2023 г. – 21,1 экз./м².

В ходе исследований кроме определения биологической эффективности изучаемых препаратов для предпосадочной обработки клубней дана оценка их влияния на биометрические показатели растений картофеля в период вегетации и урожайность культуры.

Полевые испытания показали, что применение таких препаратов, как Такер, КС, Круйзер, СК, Койот, КС, Селест Топ, КС и Шансометокс Трио, КС не оказывало значительного влияния на всхожесть картофеля: отклонения от варианта без обработки были не значительными и варьировали от -5,2 % до -1,1 % (таблица 4). Однако обработка клубней при посадке инсектицидом Имидор Про, КС отрицательно сказалась на всхожести растений, которая снизилась на 28,2 % по отношению к варианту без обработки.

Таблица 4 – Влияние препаратов для предпосадочной обработки клубней картофеля на биометрические параметры растений и его продуктивность (мелкоделяночные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л/т	Всхожесть, %	Количество стеблей, шт./растение	Высота, см	Сохраненный урожай, ± к варианту без обработки	
					ц/га	%
2021 г.						
Имидор Про, КС	0,7	-28,2	-1,2	-1,5	69,0	27,8
Такер, КС	0,1	-4,9	-0,4	1,0	99,9	40,2
НСР ₀₅		7,6	0,8	3,2	52,2	
2022 г.						
Круйзер, СК	0,22	-5,1	0,1	0,9	139,0	57,3
Такер, КС	0,1	-4,4	0,2	-0,3	135,9	56,1
Такер, КС	0,15	-5,4	0,2	-0,6	148,0	61,1
НСР ₀₅		5,5	0,3	1,5	33,8	
2023 г.						
Койот, КС	0,25	-1,1	-0,3	3,9	83,2	27,7
Селест Топ, КС	0,4	-1,1	-0,6	5,2	110,4	36,8
Шансометокс Трио, КС	0,4	-5,2	-0,8	2,8	107,2	35,7
НСР ₀₅		6,9	0,9	4,0	59,4	

Анализ биометрических показателей в начальный период роста растений картофеля (полные всходы), выросших от клубней, обработанных перед посадкой, не показал отрицательного влияния исследуемых препаратов на развитие растений. Показатель количества продуктивных стеблей на куст в изучаемых вариантах изменялся в сравнении с вариантом без обработки от -0,8 до 0,3 шт./растение (таблица 4). Однако, при испытании инсектицида Имидор Про, КС отмечалось снижение

количества продуктивных стеблей на 1,2 шт./растение, что было статистически достоверно.

При оценке влияния изучаемых препаратов (Такер, КС, Круйзер, СК, Койот, КС, Шансометокс Трио, КС, Имидор Про, КС) на высоту культуры не отмечено существенного изменения роста растений. В опытных делянках отклонения в высоте растений оказались статистически недостоверными и варьировали от 0,3 до 3,9 см (таблица 4). Однако при применении инсектофунгицида Селест Топ, СК в условиях 2023 г. наблюдали достоверное увеличение высоты растений на 5,2 см по отношению к варианту без обработки.

Сравнение данных по урожайности позволило установить, что предпосадочная обработка клубней препаратами инсектицидного действия для защиты картофеля от фитофагов способствует формированию дополнительного урожая культуры. Сохраненный урожай картофеля при применении всех изучаемых протравителей варьировал от 69,0 до 148,0 ц/га с максимальными показателями при обработке клубней перед посадкой инсектицидом Такер, КС в 2022 г. в норме расхода 0,15 л/т (61,1 %) (таблица 4).

Заключение. Биологическая эффективность изучаемых инсектицидных препаратов Круйзер, СК, Такер, КС, Койот, КС, Имидор Про, КС, Селест Топ, КС и Шансометокс Трио, КС для предпосадочной обработки клубней в защите картофеля от колорадского жука и тлей на 14-е сутки после появления вредителей в варианте без обработки достигала 83,4–100 %, в защите клубней нового урожая от проволочников – 71,7–95,9 %.

Посредством оценки биометрических показателей в период вегетации картофеля определено, что препарат Имидор Про, КС оказывал фитотоксическое действие на растения картофеля в виде снижения всхожести на 28,2 %, количества продуктивных стеблей на 1,2 шт./растение по отношению к варианту без обработки в начальные фазы развития культуры. Однако, дальнейшие наблюдения показали, что применение как однокомпонентных, так и многокомпонентных препаратов для предпосадочной обработки картофеля способствовало сохранению 27,8–61,1 % урожая клубней.

Все изучаемые препараты для предпосадочной обработки картофеля в защите культуры от основных вредителей включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и могут быть использованы в качестве инсектицидов против колорадского жука, тлей и проволочников, расширив тем самым ассортимент препаратов инсектицидного действия [7].

Список литературы

1. Ассан, С. Афиофильные вирусы картофеля и усовершенствование мер борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / С. Ассан; РУДН. – Москва, 2000. – 19 с.
2. Биологические (экономические) пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. В. Сороки. – Прилуки, 2018. – 27 с.
3. Бречко, Е. В. Биологическое обоснование и усовершенствование системы защиты картофеля от колорадского жука в Беларуси : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Е. В. Бречко ; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, 2010. – 23 с.
4. Бречко, Е. В. Экономическое обоснование целесообразности проведения защитных мероприятий по снижению численности и вредоносности колорадского жука / Е.В. Бречко // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 1. – С. 41–44.
5. Волгарев, С. А. Эффективная тактика защиты семенных посадок картофеля от проволочников / С. А. Волгарев, Л. Г. Данилов, Г. П. Иванова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 1. – С. 27–29.
6. Воронцова Л. А. Защита картофеля от вредителей, болезней и сорняков / Л. А. Воронцова, И. С. Коршунова // Картофель и овощи – 2004. – № 4. – С. 29–30.
7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» ; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2023. – 801 с.
8. Долженко О. В. Полифункциональный препарат для защиты картофеля от вредных организмов / О. В. Долженко, О. А. Кривченко // Изв. СПбГАУ. – 2018. – № 2 (51). – С. 94–99.
9. Жукова, М. И. Снижение численности и вредоносности колорадского жука (Coleoptera, Chrysomelidae: *Leptinotarsa decemlineata* Say.) под влиянием неоникотиноидов / М. И. Жукова // 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, 2006. – Вып. 30, ч. 2. – С. 158–167.
10. Иванова О. В. Многоядные вредители пасленовых культур и устойчивость сортов картофеля к проволочникам / О. В. Иванова, С. Р. Фасулати // Защита картофеля. – 2016. – № 1. – С. 29–34.
11. Иванюк В. Г. Система защиты картофеля от болезней, вредителей и сорняков в условиях Беларуси / В. Г. Иванюк, Г. К. Журомский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодородию»; редкол.: И. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 12. – С. 389–403.
12. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
13. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2017. – 235 с.
14. Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве / ВПНО «Союзсельхозхимия», Всесоюз. НИИ защиты растений ; под ред. К. В. Новожилова [и др.]. – М. : [б. и.], 1986. – 280 с.
15. 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. Трешко. – Прилуки : [б. и.], 2009. – 319 с.

16. Требования к сортовым и посевным качествам семян картофеля : приложение 4 [Электронный ресурс] // Об установлении требований к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений : постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 29 окт. 2015 г., № 37. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/ru/seed-ru/view/trebovaniya-k-sortovym-i-posevnyum-kachestvam-semjan-8676/>– Дата доступа: 21.05.2024.

I. G. Volchkevich, V. I. Khalaeva, M. V. Konopatskaya, M. V. Vasyukhnevich, A. V. Patrakeeva

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

EVALUATION OF PREPARATIONS IN POTATO PROTECTION AGAINST HARMFUL ENTOMOFAUNA

Annotation. The results of researches on the assessment of biological and economic efficiency of promising (Tucker, CS and Shansometox Trio, CS) and widely used (Imidor Pro, CS, Coyote, CS, Kruiser, SK, Celest Top, CS) preparations used by the method of pre-planting treatment of tubers, in the protection of potatoes from Colorado beetle, aphids and pro-draggers are presented. It was shown that the studied insecticides effectively reduced the number of phyto-phages and their harmfulness. It was established that the biological effectiveness of toxicants against Colorado beetle was 83.4–100 %, aphids – carriers of viral diseases – 100 %, in reducing the damage of tubers with wireworms – 71.7–95.9 %. As a result of the use of drugs, their effect on germination, plant height and the average number of stems per bush was noted. In addition, it was found that the use of the studied current sycants contributes to the preservation of up to 61.1 % of the potato tuber harvest.

Key words: potato, Colorado beetle, aphids, wireworms, biometric indicators, germination, height, stems number, insecticides, biological efficiency.

С. А. Гайдарова, А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ДОМИНАНТНЫХ ВИДОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ В АГРОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 17.05.2024

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

Аннотация. В статье представлены данные по оценке энтомологической ситуации в агроценозе озимой сурепицы. Выявлено, что в период осенней вегетации 2022–2023 гг. доминантными вредителями являлись рапсовая (*Psylliodes chrysocephalus* L.) и крестоцветные блошки (волнистая – *Phyllotreta undulata* Kutsch., синяя – *Ph. nigripes* F. и черная – *Ph. atra* F.), а также рапсовый пилильщик (*Athalia rosae* L.). В период весенней вегетации 2022–2023 гг. отмечено высокое заселение посевов озимой сурепицы рапсовым цветоедом (*Meligethes aeneus* F.) с численностью имаго 3,5–4,3 имаго/растение и семенным скрытнохоботником (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) – 4,6–5,3 имаго/25 растений. Поврежденность стеблей культуры стеблевым капустным скрытнохоботником (*Ceutorrhynchus quadridens* P.) по республике достигает 59,6–67,3 %.

Ключевые слова: озимая сурепица, мониторинг, вредители, распространенность, поврежденность.

Введение. В Республике Беларусь в последние годы особое внимание стало уделяться масличной сельскохозяйственной культуре – озимой сурепице (*Brassica campestris* var. *oleifera*.), семена которой используются для производства растительного масла, а жмых и шрот, как ценные белковые концентраты – на кормовые цели. Растительное масло применяют в пищу, для изготовления маргарина, консервов, в кондитерской и хлебопекарной промышленности, а также для технических целей и для получения биотоплива [1, 2, 3, 4].

Озимая сурепица обладает скороспелостью и холодостойкостью, менее требовательна к плодородию почвы, но более устойчива к неблагоприятным условиям перезимовки, чем озимый рапс. Почвенно-климатические условия Беларуси весьма благоприятны для возделывания озимой сурепицы, однако расширение посевных площадей и получение высокой и стабильной урожайности маслосемян требует разработки основных элементов технологии возделывания культуры, в частности, защиты от вредителей [1, 2, 3].

Анализ литературных источников показал отсутствие данных о видовом составе и численности фитофагов, встречающихся в посевах

культуры в Беларуси. По мнению Д. Шпаара [2] в посевах озимой сурепицы, как и озимого рапса встречаются более 10 видов фитофагов, численность которых во многом зависит от погодных условий. Из всего комплекса вредных организмов, наибольший ущерб посевам культуры наносят фитофаги, которые повреждают как вегетативные, так и генеративные органы растений культуры. В этой связи, для своевременного и качественного проведения защитных мероприятий, необходимо владение фитосанитарной ситуацией в агроценозе озимой сурепицы.

Цель исследований – мониторинг энтомологической ситуации в агроценозах озимой сурепицы, уточнить видовой состав вредителей для последующего обоснования и разработки защитных мероприятий по рациональному применению средств защиты растений.

Материалы и методика исследований. Исследования проводились в 2022–2023 гг. в разных агроклиматических зонах республики и на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Сорт озимой сурепицы – Вероника. Определялся видовой состав, численность доминантных фитофагов в период осенней и весенней вегетации. Фенологические стадии роста и развития озимой сурепицы указывались в соответствии со шкалой ВВСН [5]. Для изучения энтомологического комплекса проводили учеты согласно общепринятым методикам [6]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [7]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Температура воздуха в период осенней вегетации 2022 г. была выше уровня среднемесячных данных на 5,2–6,6 °С с суммой осадков 103–115 % от нормы. Данные условия были благоприятными для распространения и развития фитофагов в агроценозе озимой сурепицы. Начало климатической зимы отмечалось с середины второй декады ноября. Средняя температура воздуха зимнего периода 2022/2023 гг. составила -1,6 °С, что на 1,8 °С выше климатической нормы. За зиму в среднем по стране выпало 187 мм осадков (152 % климатической нормы).

Средняя температура воздуха в весенний период 2022 г. составила 6,2 °С, что на 1,1 °С ниже климатической нормы. Температурный режим был неоднородным: средняя температура марта была близка к норме (положительная аномалия составила 0,3 °С). Апрель и май были холодными с отрицательной аномалией равной 2,1 и 1,8 °С соответственно. Устойчивый переход через 10 °С в сторону повышения осуществился в основном в третьей декаде апреля – первой декаде мая на одну-две недели позже обычных сроков. За весну в среднем выпало 154,4 мм осадков, что составляет 110 % климатической нормы за сезон.

Средняя температура воздуха за осенний период 2023 г. была на 1,7 °С выше обычного с дефицитом выпадения осадков. Гидротермические

условия в весенний период 2023 г. были неоднородными. Средняя температура воздуха в мае составила +13,3 °С, что соответствовало климатической норме. Первая декада месяца отмечалась температурой воздуха на 3,1 °С ниже нормы. Вторая и третья декады были теплыми с дефицитом осадков – 10,5 % от нормы. Средняя температура воздуха летних месяцев была на 1,1–3,1 °С выше климатической нормы.

Результаты исследований. Анализ литературных источников показал, что в период осенней вегетации одними из первых фитофагов, встречающихся в период прорастания – всходы культуры являются блошки: рапсовая (*Psylliodes chrysocephalus* L.) и крестоцветные блошки (волнистая – *Phyllotreta undulata* Kutsch., синяя – *Ph. nigripes* F. и черная – *Ph. atra* F.). С фазы 3–4 настоящих листьев озимой сурепицы в посевах отмечаются ложногусеницы рапсового пилильщика (*Athalia rosae* L.) [8, 9, 10].

В наших исследованиях установлено, что в осенний период 2022–2023 гг. в посевах озимой сурепицы наблюдался рост численности рапсовой блошки. Рапсовая блошка относится к семейству жесткокрылые (*Coleoptera*). Жук иссиня-черного цвета, длиной 3–4 мм. Личинка с коричнево-черной головой, тремя парами ног и с двумя концевыми щупиками в задней части брюшка. Растением-хозяином для фитофага служат многие зимующие сорные крестоцветные растения, такие как горчица полевая, пастушья сумка и т.д. Питание, яйцекладка и развитие личинок может происходить как при высоких, так и при низких температурах [8, 9, 10]. Имаго выгрызает на семядольных – первой паре настоящих листьев округлые отверстия, оставляя неповрежденным эпидермис. Но основной вред причиняют личинки, которые повреждают точку роста, минируя ее изнутри, что в свою очередь является местом для проникновения различных грибных болезней, что в следствии приводит к значительному вымерзанию растений. В августе–сентябре рапсовая блошка покидает место летнего обитания и заселяет молодые растения. Через 10–15 дней самки начинают откладывать яйца на глубину 1–2 см в почву вблизи растений [9]. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» выявлено, что численность вредителя в фазу 4–5 листьев культуры составляла 0,3–0,4 имаго/м², а в фазу 6–8 листьев – 0,5–1,0 имаго/м².

По мнению Д. Шпаара, Фолькера и др. [2, 8], период от откладки яиц до выхода ложногусеницы рапсового пилильщика, зависит от погодных условий и может в среднем составить 5–12 дней. По результатам наших наблюдений установлено, что в условиях опытного поля продолжительность данного периода в сентябре 2022 и 2023 гг. составляла 10–20 дней, при среднесуточной температуре воздуха +11,4...+16,3 °С. К фазе 3–4 настоящих листьев озимой сурепицы по мере отрождения ложногусениц отмечалось увеличение их численности (рисунок 1).

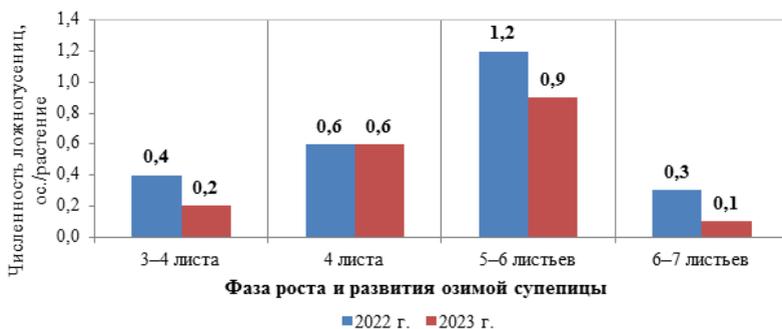


Рисунок 1 – Динамика численности рапсового пилильщика в посевах озимой сурепицы (РУП «Институт защиты растений», осень 2022–2023 гг.)

В фазе 5–6 настоящих листьев, из-за низких показателей среднесуточной температуры воздуха (+4,0...+4,1 °С) в исследуемые годы насчитывалось 0,9–1,2 ложногусеницы/растение. При достижении фазы 6–7 листьев культуры наблюдалось снижение численности ложногусениц до 0,1–0,3 ос./растение.

По данным маршрутных обследований, проведенных в период весенней вегетации, установлено, что агроценоз озимой сурепицы формировался из следующих видов скрытнохоботников: стеблевой капустный (*Ceutorrhynchus quadridens* P.) и семенной (*Ceutorrhynchus assimilis* P.).

Имаго стеблевого скрытнохоботника длиной от 2,5 до 3,5 мм. Основная окраска имаго черная, но выглядит пятнистым, благодаря неравномерно распределенному серо-белому опушению. Отличительным признаком является наличие светлого округлого пятна на передней части спинки [9]. В своем жизненном цикле личинки проходят три стадии. Первая личинка длиной 0,9 мм, вторая – 6,0 мм и третья стадия – 8,0 мм. Тело личинки белое, удлинненное, а голова желтоватая. Фитофаг зимует неглубоко в почве под листьями и другими растительными остатками, рядом с полями, где выращивались растения из семейства *Brassicaceae*. Когда температура почвы превышает +6,0 °С, появляются взрослые имаго. Лётная активность начинается при температуре +12,0 °С. Пик летной активности достигается при температуре +14,5 °С. Самцы и самки имеют разное время появления на растениях после зимовки. Самцы появляются раньше, а самки на 10–15 дней позже. Самки откладывают яйца небольшими группами по 2–8 яиц в эпидермис стеблей и листьев. В течение жизненного цикла одна самка может откладывать около 40–100 яиц [8, 9].

По нашим наблюдениям массовый выход жуков стеблевого капустного скрытнохоботника отмечался в период, когда среднесуточная

температура воздуха колебалась в пределах +12,0...+14,0 °С. Выявлено, что в 2022 г. на территории Брестской области появление стеблевого капустного скрытнохоботника (*Ceutorrhynchus quadridens* P.) отмечалось в начале апреля, в Гродненской и Минской областях – во второй декаде апреля. В сложившихся погодных условиях 2023 г. заселение посевов фитофагом в южных регионах республики отмечено в начале второй декады марта, в центральных – в конце второй декады апреля, северных – в третьей декаде апреля.

В результате анализа стеблей озимой сурепицы установлено, что их поврежденность личинками стеблевого капустного скрытнохоботников в 2022–2023 гг. составляла: в северной агроклиматической зоне – 67,3–59,6 %, в центральной – 41,5–43,8, в южной – 33,6–40,7 % (таблица 1).

Таблица 1 – Поврежденность стеблей озимой сурепицы стеблевым капустным скрытнохоботником (маршрутные обследования)

Год обследования	Средневзвешенный процент поврежденности стеблей культуры по агроклиматическим зонам		
	северная	центральная	южная
2022	67,3	41,5	33,6
2023	59,6	43,8	40,7

В 2022–2023 гг. появление имаго семенного скрытнохоботника (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах озимой сурепицы отмечалось на конец апреля – начало мая, однако массовое развитие началось в конце первой – начале второй декады мая. Численность имаго вредителя колебалась от 0,8 до 4,6 жуков/25 растений в 2022 г. и до 0,7–5,3 жуков/25 растений – в 2023 г. (рисунок 2).



Рисунок 2 – Динамика численности имаго семенного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы (РУП «Институт защиты растений», 2022–2023 гг.)

Имаго фитофага длиной 2,5–3,0 мм покрыт сверху густыми серыми чешуйками и волосками почти полностью маскирующими черный цвет тела. Личинка длиной 4,0–5,0 мм, безногая, слегка изогнутая вовнутрь с темно-бурой головкой. Зимуют жуки в верхних слоях почвы или под растительными остатками. Весной при среднесуточной температуре воздуха +10 °С имаго покидают места зимовки, дополнительно питаются цветущими крестоцветными сорными растениями. При достижении температуры воздуха +13 °С отмечается лет жуков. Период массового заселения имаго посевов крестоцветных культур начинается при температуре +18–20 °С. После полового созревания и спаривания, самка откладывает в молодые стручки (длина от 1 до 3 см) в основном по одному яйцу. Через 3–5 недель питания личинки проделывают в створке стручка отверстия диаметром 0,8 мм и уходят на окукливание в почву на глубину 2–4 см [8, 9].

По результатам маршрутного обследования в разных агроклиматических зонах республики численность фитофага колебалась от 2,9–4,6 жуков/25 растений (южная зона) до 3,2–4,4 жуков/ 25 растений (северная агроклиматическая зона). В ходе проделанного анализа стручков установлено, что их поврежденность личинками семенного скрытнохоботника составляла в северной агроклиматической зоне 22,6–32,0 %, в центральной – 25,0–33,1 и южной – 30,8–44,0 %.

Рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.) широко распространенный и опасный вредитель в посевах крестоцветных культур, в том числе и озимой сурепицы. Имаго размером 2,7–3,0 мм, от темно-зеленого до синего или черного цвета, с булавовидными усиками. При среднесуточной температуре воздуха +14 °С имаго покидает места зимовки и появляется в начале на сорных крестоцветных растениях. Откладка яиц начинается через 12–15 дней после заселения посевов. В конце мая – начале июня из яиц отраждаются личинки, с бурой головой и тремя парами ног.

Результаты исследований показывают, что появление рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы в 2022 г. отмечалось в фазе конец стеблевания, в 2023 г. – в фазе начало бутонизации. В фазе полной бутонизации в исследуемые годы численность фитофага составляла 3,3–3,5 имаго/растение. Последующее понижение среднесуточной температуры воздуха до + 5–7 °С в фазе конец бутонизации обеспечило снижение численности жуков до 1,6 имаго/растение (рисунок 3).

При дальнейшем повышении температурного режима к фазе начало цветения озимой сурепицы численность имаго фитофага достигала в 2022 г. до 2,9 особей/растение, в 2023 г. – до 4,3 особи/растение.

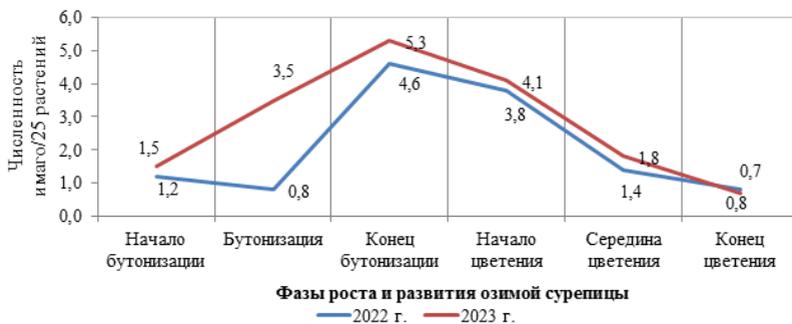


Рисунок 3 – Динамика численности имаго рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы (РУП «Институт защиты растений», 2022–2023 гг.)

Заключение. Мониторинг энтомологической ситуации в агроценозе озимой сурепицы показал, что в период осенней вегетации 2022 и 2023 гг. опасными и доминантными вредителями являлись рапсовая (*Psylliodes chrysocephalus* L.) и крестоцветные блошки (волнистая – *Phyllotreta undulata* Kutsch., синяя – *Ph. nigripes* F. и черная – *Ph. atra* F.), а также рапсовый пилильщик (*Athalia rosae* L.). В период весенней вегетации отмечено заселение посевов рапсовым цветоедом (*Meligethes aeneus* F.), стеблевым капустным (*Ceutorrhynchus quadridens* P.) и семенным (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) скрытнохоботниками.

Полученные данные по мониторингу энтомологической ситуации послужат основанием для оценки вредоносности данных фитофагов в посевах озимой сурепицы, что в последующем позволит разработать экономически обоснованные мероприятия по рациональному применению инсектицидов из разных химических классов в защите культуры от вредителей.

Список литературы

1. Аляпкин, А. В. Эффективность выращивания озимой сурепицы в Полесской зоне / А. В. Аляпкин // Земледелие и защита растений. – 2006. – № 5 (48). – С. 42–44.
2. Рапс и сурепица: (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., пер. и расш. – М. : [б. и.], 2007. – 320 с.
3. Утеуш, Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю.А. Утеуш. – Киев : Наук. думка, 1979. – 228 с.
4. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
5. Растениеводство. Полевая практика : учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]; ред. Д. И. Мельничук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 304 с.
6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, рентицидов 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 : [б. и.], 2009. – 320 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.

8. Фолькер, Х. П. Рапс: болезни, вредители, сорные растения / Х. П. Фолькер. – Минск : Дивимедиа, 2012. – 196 с.

9. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков : (рекомендации) / С. В. Сорока [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2016. – 124 с.

10. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посібник / С. В. Станкевич, І. В. Забродіна [та ін.] ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. – 624 с.

S. A. Gaidarova, A. A. Zaprudsky, D. F. Privalov

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

DYNAMICS OF THE NUMBER OF DOMINANT SPECIES OF PESTS IN AGROCENOSIS OF COMMON WINTER CRESS

Annotation. The paper presents the assessment data on entomological situation in agrocenosis of common winter cress. It was identified that during the autumn vegetation period in 2022–2023 the dominant pests were cabbage flea beetles (*Psylliodes chrysocephalus* L.) and crucifer flea beetles (undulating – *Phyllotreta undulata* Kutsch., blue – *Ph. nigripes* F. and black – *Ph. atra* F.) as well as rape sawfly (*Athalia rosae* L.). During the spring vegetation period in 2022–2023 a high infestation of winter rape crops with the rape blossom beetle (*Meligethes aeneus* F.) with 3.5–4.3 imagoes/a plant and seed weevil (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) with 4.6–5.3 imagoes/25 plants was observed. The damage to crop stems caused by the cabbage stem weevil (*Ceutorrhynchus quadridens* P) reaches 59.6–67.3 % in the republic.

Key words: common winter cress, monitoring, pests, prevalence, damage.

О. В. Дичковская

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минского района

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫЛЕТ ИМАГО ЯБЛОННОЙ ЛИСТОВОЙ ГАЛЛИЦЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.06.2024

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

Аннотация. В результате многолетних наблюдений в садах, где установлены цифровые метеостанции iMetos (промышленном РУП «Толочинский консервный завод» и в опытном РУП «Институт защиты растений»), за сроками начала лета имаго яблонной листовой галлицы с помощью желтых клеевых ловушек, было установлено, что определяющими абиотическими факторами влияющими на вылет фитофага является средняя температура почвы выше +11 °С (+11,2...+11,8 °С), а также средняя температура воздуха выше +13 °С (+13,2...+17,3 °С).

Ключевые слова: яблонная листовая галлица, яблоня, сады, желтая клеевая ловушка, абиотические факторы, цифровая метеостанция.

Введение. Яблоня является основной плодовой культурой в Беларуси, занимающей в общей площади плодово-ягодных насаждений 95 % [4]. В настоящее время отрасль плодоводства в республике продолжает активно развиваться. Интенсивная технология производства плодов требует эффективной защиты сада от вредных организмов, а широко-масштабное применение пестицидов сказалось на видовом составе, как аборигенных видов вредителей, так и инвазивных. В садах отмечается периодическая смена доминантов, усиливается вредоносность фитофагов из группы сосущих вредителей [1, 5]. Несмотря на многократные обработки инсектицидами в последнее десятилетие, по данным лаборатории защиты плодовых культур, отмечается повсеместная распространённость яблонной листовой галлицы *Dasineura mali* Kieffer [1]. Долгое время этот фитофаг не имел экономического значения, однако статус его значительно изменился в 1990-е годы, когда повсеместно в промышленных садах возросло повреждение яблони данным вредителем [12, 14, 16]. Повреждения молодых листьев и побегов галлицей приводит к задержке их развития, в результате нарушаются процессы фотосинтеза, что влияет на долгосрочный потенциал урожайности [9]. Кроме того, попадание окуклившихся личинок *D. mali* в тарную упаковку при сборе урожая может вызвать проблемы при экспорте яблок в страны, где данный вид контролируется [8]. Также, по литературным

данным, сосущие вредители яблони, в том числе и яблонная листовая галлица являются переносчиками карантинных и особо опасных фитопатогенных микроорганизмов, например, возбудителя бактериального ожога плодовых культур [2].

Вредоносность фитофага возрастает в связи с трудностями при проведении защитных мероприятий, так как вредящая стадия (личинки) является скрыто живущей. Личинки, после отрождения из яиц, скапливаются по краям молодых листьев с верхней стороны и первые повреждения листьев галлицей наблюдаются уже после цветения яблони [7, 8]. На ранних стадиях питания фитофага листья становятся плотно свернутыми и красными, а по завершении – твердыми, ломкими и коричневыми, в результате чего образуются одиночные или двойные галлы. В одном галле может содержаться от 9 до 130 личинок вредителя, а полный цикл развития продолжается в среднем в течение 20–25 дней, а переход от яйца к концу белой личиночной стадии (примерно второй возраст) может занимать от 6 до 27 дней в зависимости от погодных условий [15, 16].

Ряд исследователей отмечает, что вылет имаго из пупариев и откладка яиц фитофагом происходят в мае, в период распускания листьев яблони. В условиях Европы и Северной Канады в течение года развиваются 3–4 генерации фитофага, в Новой Зеландии – 4–5 генераций [10, 15, 11, 13]. При этом на протяжении вегетационного периода можно найти все стадии развития *D. mali*, так как поколения вредителя перекрываются между собой.

В Беларуси в конце 80-х годов прошлого столетия Р. В. Супранович отмечал развитие 2 поколений *D. mali* в условиях Брестского района [6, 7]. Однако, с тех пор изменились погодные условия, технология возделывания промышленных садов, в том числе и сортовой состав яблони, что несомненно отразилось на развитии фитофага. Для разработки защитных мероприятий против яблонной листовой галлицы самым важным этапом является срок вылета имаго из мест зимовки, а учитывая то, что вредитель зимует в верхних слоях почвы необходимо учесть ряд показателей, влияющих на этот процесс.

Таким образом, определение абиотических факторов влияющих на сроки вылета яблонной листовой галлицы является актуальными.

Материалы и методы. С целью определения сроков вылета имаго *D. mali* из мест зимовки и влияния на этот процесс абиотических факторов в 2021–2024 году заложены лабораторно-полевые опыты в опытном саду РУП «Институт защиты растений» Минской области и на стационарном участке промышленного сада РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области.

Начало лета имаго яблонной листовой галлицы в естественных условиях определяли с помощью желтых клеевых ловушек, размещенных на уровне 0,5–1,0 м над землей в 4-х кратной повторности.

Отбор проб почвы с участка сада в РУП «Толочинский консервный завод, где заселенность побегов вредителем в предыдущем вегетационном сезоне достигала 60 %, осуществляли в ранне-весенний период в 10 повторностях по проекции кроны на глубине 5–7 см, на сортах Алеся, Вербное и Сябрына с целью оценки зимующего запаса галлицы. В дальнейшем в лабораторных условиях с помощью метода отмучивания, почву просеивали через сита разного диаметра, с целью выделения куколок, которых потом вместе с почвой раскладывали в тканевые изоляторы, в опытном саду РУП «Институт защиты растений» [3]. Также в изоляторы помещались желтые клеевые ловушки для определения срока вылета имаго в опытном саду. Наблюдения за развитием фитофага проводили ежедневно.

Метеорологические показатели определяли с помощью цифровых метеостанций iMetos, установленных непосредственно в опытном саду РУП «Институт защиты растений» в а.г Прилуки и в промышленном саду РУП «Толочинский консервный завод» г. Толочин. Учитывая то, что вредитель зимует в верхних слоях почвы, наряду с температурой воздуха (минимальной, максимальной и средней) нами на протяжении 4 лет в период начала лета фитофага оценивались такие показатели, как температура почвы и содержание воды в почве, а также разницу температурами воздуха и поверхностью почвы (дельта $T^{\circ}\text{C}$).

Результаты и обсуждение. Для определения абиотических факторов, влияющих на начало лета имаго первого поколения яблонной листовой галлицы на стационарных участках промышленного сада РУП «Толочинский консервный завод» на протяжении 2021-2024 гг. в ранне-весенний период нами вывешивались желтые клеевые ловушки. В 2021 году ловушки были вывешены 4 мая и уже через 2 дня 6 мая в период начала бутонизации (ВВСН 55-56) были отмечены первые особи фитофага.

В 2022 году также в начале периода бутонизации яблони в фенофазу красная почка 5 мая (57 ВВСН) были вывешены желтые клеевые ловушки. В учете проведенном через неделю (12.05), уже отмечалось начало вылета вредителя при численности имаго 0,3 особи в среднем на ловушку.

В 2023 году ловушки вывешивались в фенофазу яблони зеленый конус (18.04), а первые особи галлицы были отловлены на желтую клеевую ловушку 23.04 в период начала обнажения бутонов (ВВСН 55).

В сложных погодных условиях весны 2024 года продолжались наблюдения за сроками вылета яблонной листовой галлицы в производственных условиях в саду РУП «Толочинский консервный завод». В конце февраля дневная температура воздуха на протяжении 3 дней держалась в пределах $+10^{\circ}\text{C}$ (с положительной аномалией $+7,3^{\circ}\text{C}$). Переход среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения (наступление периода вегетации) отмечен в начале 3 декады марта на 1,5-2 недели раньше своих обычных сроков. 30 марта дневная температура в

Толочине составила +18 °С, а почва днем прогрелась до +8 °С. В связи с этим 1 апреля были вывешены желтые клеевые ловушки (максимальные дневные температуры достигали – воздуха +24 °С, почвы – +11,2 °С), однако дальнейшее похолодание сдержало вылет галлицы. Первые особи фитофага отмечены только 9 апреля в период начала распускания почек у яблони – фенофаза зеленый конус или 53 ВВСН при средней температуре воздуха +17,3 °С, почвы – +11,3 °С (рисунок).



Рисунок – Динамика среднесуточных температур воздуха и почвы в первой декаде апреля 2024 г. (данные метеостанции iMetos, РУП «Толочинский консервный завод», Витебская область)

Обобщая полученные за 4 года данные было установлено, что наиболее постоянными факторами являются средняя температура воздуха от +13,2 °С до +14 °С и средняя температура почвы – от +11,2 °С до +11,8 °С, остальные показатели значительно варьировали по годам, в том числе и содержание воды в почве – от 21,1 % до 48,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние абиотических факторов на вылет имаго первого поколения яблонной листовой галлицы (полевой опыт, РУП «Толочинский консервный завод» Витебская области)

Показатели		Годы исследований			
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Начало лета имаго		06.05	12.05	23.04	09.04
Температура воздуха, °С	средняя	13,4	14	13,2	17,3
	max	21,1	17,2	19,7	25,4
	min	1,7	9,8	8,2	7,7
Дельта температуры воздуха, °С		3	5	4	4
Температура почвы, °С		11,2	11,8	11,2	11,3
Содержание воды в почве, %		21,1	48,5	43,8	44,5

Даже в сложных погодных условиях весны 2024 года, когда срок вылета яблонной листовой галлицы был на 13 дней раньше, чем в 2023 г. и на месяц раньше в сравнении с 2021 и 2022 гг., средняя температура почвы, как определяющий абиотический фактор для начала лета галлицы, соответствовал показателям предыдущих лет (+11,3 °С).

С целью сравнительной оценки влияния абиотических факторов на вылет имаго первого поколения в различных по локации садах в условиях 2022–2023 гг. нами был заложен лабораторно-полевой опыт в опытном саду РУП «Институт защиты растений» и РУП «Толочинский консервный завод»

Сроки лета яблонной листовой галлицы в опытном саду совпадали со сроками в промышленном саду – 12 мая в 2022 году и 23 апреля в 2023 г. Определяющим фактором для начала лета яблонной листовой галлицы в саду РУП «Институт защиты растений» также явилось устойчивое прогревание почвы выше +11 °С. В течение двухлетних наблюдений за влиянием абиотических факторов на вылет имаго первого поколения яблонной листовой галлицы также было доказано, что определяющими показателями являются среднесуточная температура воздуха (+13...+14 °С) и температура почвы выше +11 °С (+11,2...+ 14,0 °С). При этом в условиях 2023 года эти показатели не различались в Минской и Витебской областях. Содержание воды в почве колебалось от 13 % до 48,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние абиотических факторов на вылет имаго первого поколения яблонной листовой галлицы (лабораторно-полевой опыт).

Показатели		Опытный сад РУП «ИЗР»		РУП «Толочинский консервный завод»	
		2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Начало лета имаго		11.05	22.04	12.05	23.04
Температура воздуха, °С	средняя	13,8	13,1	14	13,2
	max	21,3	19,4	17,2	19,7
	min	2,5	5,3	9,8	8,2
Дельта температуры воздуха, °С		6	5	5	4
Температура почвы, °С		14,0	11,2	11,8	11,2
Содержание воды в почве, %		13,0	21,1	48,5	43,8

Выводы. Исследования, проведенные в 2021–2024 гг. показали, что начало лета имаго первого поколения яблонной листовой галлицы в течение 3 лет происходило в период бутонизации (ВВСН 55–57), а в аномальных условиях весны 2024 г. – в период распускания почек (ВВСН 53). Определяющими абиотическими факторами, влияющими

на сроки вылета фитофага являются средняя температура почвы выше + 11 °С (+11,2...+11,8 °С) и средняя температура воздуха выше + 13 °С (+13,1...+17 °С).

Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для прогнозирования начала лета вредителя.

Список литературы

1. Колтун, Н. Е. Защита молодых насаждений и питомников семечковых культур от вредных организмов / Н. Е. Колтун, В. С. Комардина ; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск : Ин-т сист. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 64 с.
2. Комардина, В. С. Распространение бактериального ожога в Беларуси и мероприятия по его ограничению / В. С. Комардина // Бактериальный ожог плодовых культур: экологические аспекты и меры контроля : материалы Междунар. науч.-практ. семинара (Алматы, Казахстан, 24-27 августа 2016 г.) / МНТЦ, Казах. Ин-т защиты и карантина растений; под общ. редакцией А. О. Сагитова. – Алматы, 2016. – С. 66–71.
3. Мамаев, Б. Н. Личинки галлиц (Diptera, Cecidomyiidae) : сравн. морфология, биология, определ. табл. / Б. Н. Мамаев, Н. П. Кривошеина ; отв. ред. М. С. Гиляров ; Акад. наук СССР. Ин-т морфологии животных им. А. Н. Северцова. – М. : Наука, 1965. – 278 с.
4. Самусь, В. А. Агробиологические основы интенсификации производства плодов яблони в республике Беларусь : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.07 / В. А. Самусь ; Ин-т плодоводства. – Горки, 2007. – 47с.
5. Современные тенденции изменения численности основных вредителей плодовых культур / Л. А. Буркова [и др.] // Вестн. защиты растений. – 2001. – № 2. – С. 35–38.
6. Супранович, Р. В. Восприимчивость некоторых сортов яблони в садах интенсивного типа к повреждению яблонной листовой галлицей (*Dasineura mali* Kieffer) / Р. В. Супранович // Эколого-экономические основы усовершенствования интегрированных систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков : тез. докладов науч.-произв. конф., посвящ. 25-летию БелНИИЗР (Минск-Прилуки, 14-16 февр. 1996 г.) : в 2 ч. / Акад. аграр. наук Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: В. Ф. Самерсов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1996. – Ч. 2. – С. 41–42.
7. Супранович, Р. В. Особенности биоэкологии яблонной листовой галлицы в интенсивных садах Белоруссии / Р. В. Супранович // Защита растений и охрана природы : тез. докладов науч.-произв. конф. по защите растений в Республиках Прибалтики и Белоруссии, Дотнува-Академия, 5-6 июля 1989 г. / Литовский науч.-исслед. ин-т земледелия ; редкол.: Й. Шуркус [и др.]. – Вильнюс, 1989. – Ч. 1. – С.107–109.
8. Adult Emergence and Reproductive Behavior of the Leafcurling Midge *Dasineura mali* (Diptera: Cecidomyiidae) / O. Marion [et al.] // Annals of the Entomological Society of America. – 1999. – Vol. 92 (5). – P. 748–757.
9. Effects of leaf damage by apple leafcurling midge (*Dasyneura mali*) on photosynthesis of apple leaves / P. A. Allison [et al.] // Proceedings of the Forty Eighth New Zealand Plant Protection Conference, August 8-10, 1995 / New Zealand Plant Protection Society. – New Zealand, 1995. – P. 121–124.
10. Gagne, R. J. The plant-feeding gall midges of North America / R. J. Gagne. – New York : Cornell University Press, 1989. – 356 p.
11. La cécidomyie du pommier : ce qu'il faut surveiller et quand. Apprenez à reconnaître la cécidomyie du pommier et renseignez-vous sur les stades de son cycle de vie et sur les moyens de lutte [Electronic resource] // Ontario. – Mode of access: <https://www.ontario.ca/fr/page/la-cecidomyie-du-pommier-ce-quit-faut-surveiller-et-quand> – Date of accesse: 08.07.2022.
12. Phenology and distribution of the apple leafcurling midge (*Dasineuramali* (Kieffer)) (Diptera: Cecidomyiidae) and its natural enemies on apples under biological and integrated pest management in Central Otago, New Zealand / C. H. Wearing [et al.] // New Zealand Entomologist. – 2012. – Vol. 36, iss. 2. – P. 87–106.

13. Olszak, R. W. Pryszczarki w uprawach sadowniczych / R. W. Olszak. – Informator Sadowniczy. – 2016. – 5 maja. – 15 s.

14. Smith, Jason T. Aspects of the Ecology and Management of Apple Leafcurling Midge (*Dasineura mali*) (DIPTERA: Cecidomyiidae) on the Waimea Plains, Nelson, New Zealand : a thesis submitted in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Doctor of Philosophy at Lincoln University / Jason T. Smith. – New Zealand, 2000. – 192 p.

15. Trapping *Dasineura mali* (Diptera: Cecidomyiidae) in Apples / David Maxwell [et al.] // J. of Economic Entomology. – 2007. – Vol. 100 (3). – P. 745–751.

16. Velimirovic, V. Contribution to knowledge of the pear leaf gall midge *Dasyneura pyri* Bouche (Cecidomyiidae, Diptera) / V. Velimirovic // Acta Entomologica Jugoslavica. – 1976. – Vol. 12–13. – P. 109–112.

Исследования проводились при финансовой поддержке гранта на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами и соискателями Национальной академии наук Беларуси по теме «Биоэкологические особенности развития яблонной листовой галлицы *Dasineura mali* Kieffer. (Diptera: Cecidomyiidae) в промышленных садах Беларуси и обоснование мероприятий по ограничению ее вредоносности» в 2022–2023 гг.

O. V. Dichkovskaya

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

ABIOTIC FACTORS AFFECTING FLYING OF APPLE LEAF MIDGE IMAGO

Annotation. As a result of long-term observations of the beginning of flying of apple leaf midge imago made in industrial and experimental gardens with installed iMetos digital weather stations it was established that determining abiotic factors affecting the flight of the phytophage were the average soil temperature above +11 °C (+11.2...+11.8 °C), as well as the average air temperature above +13 °C (+13.2...+17.3 °C).

Key words: apple leaf midge, apple tree, gardens, yellow sticky trap, abiotic factors, digital weather station.

А. А. Запрудский¹, Д. Ф. Привалов¹, С. А. Гайдарова¹, Е. В. Стрелкова²
¹ РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минский р-н
² Белорусский национальный технический университет, Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

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

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности инсектицидов из различных химических групп против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса. Установлено, что двукратное опрыскивание препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), обеспечивает снижение численности рапсового цветоеда до 81,5–91,5 %, получение наибольшего достоверного сохранённого урожая – 6,8–7,9 ц/га, условного чистого дохода – 611,9–717,3 руб/га.

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

Введение. Рапс – ценная масличная и кормовая культура, источник высококачественного растительного масла и кормового белка. Озимый рапс, как никакая другая культура, удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян (30–40 ц/га и более), с высоким содержанием масла (45–48 %) и белка в семенах (22–25 %) и в зелёной массе (3–4 %) [1].

Семена озимого рапса содержат 47–49 % сырого жира. По сравнению с другими сельскохозяйственными культурами он имеет преимущества, так как способствует повышению продуктивности культур, следующих за ним в севообороте, хотя и требует больших затрат на удобрения, защиту растений. Опыт хозяйств подтверждает, что рапс в севооборотах с высокой концентрацией зерновых содействует увеличению урожайности зерна на 4–5 ц/га посевов [1, 2, 3].

При выращивании озимого рапса реальные потери от болезней, вредителей и сорняков в Республике Беларусь составляют 30–45 %, причем, чем ниже эффективность защиты растений, тем выше вредоносность [4, 5].

Основным вредителем как ярового, так и озимого рапса является рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.). Согласно ежегодному мониторингу энтомологической ситуации посевов озимого рапса, численность данного фитофага превышает экономический порог вредоносности

(ЭПВ 3–5 имаго/растение) с заселённостью растений до 100 %, при этом потери урожайности семян от повреждений имаго могут составлять 50 % и более. Это в свою очередь предопределяет необходимость проведения защитных мероприятий во всех агроклиматических зонах, в которых возделывается данная культура. Несмотря на большой ассортимент инсектицидов, включенных в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», по-прежнему актуальным является защита посевов культуры от данного вредителя. В отдельные годы, для снижения численности имаго рапсового цветоеда хозяйствам республики необходимо провести от 1 до 3 опрыскиваний. Вместе с тем, многократные обработки посевов рапса, создают предпосылки для возникновения устойчивости (резистентности) у фитофага к действующим веществам инсектицидов [5].

В настоящее время резистентностью занимаются такие международные организации, как JRAC, FRAC и HRAC, созданные при посредничестве химических компаний. В России в период с 1965 по 2005 г. развитие резистентности было выявлено у 36 видов вредных насекомых и клещей, к 2010 г. – у 40, а к 2013 г. – у 42. Рапсовый цветоед – в их числе. Изученная динамика формирования резистентности данного вредителя фактически иллюстрирует перестройку генетической структуры популяций вредных видов под влиянием инсектицидов в условиях Ставропольского края. Так, в ходе исследований отмечена резистентность рапсового цветоеда к препаратам из классов синтетические пиретроиды и фосфорорганические соединения [6].

Исходя из вышеизложенного, основной целью наших исследований является оценка эффективности инсектицидов из различных химических групп и механизма действия в посевах озимого рапса для профилактики развития резистентности имаго рапсового цветоеда.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в 2021–2023 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах озимого рапса. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: рН (KCl) – 6,1, содержание гумуса – 1,7, P_2O_5 – 269 мг/кг почвы, K_2O – 256 мг/кг. Предшественник – ячмень яровой. При достижении пороговой численности рапсового цветоеда – 3–5 особей/растение проводилось опрыскивание посевов.

В опытах использовали инсектициды (комбинации действующих веществ) из различных химических групп и механизма действия, которые больше всего применяются в сельскохозяйственном производстве в посевах озимого рапса. Схема опыта: 1 – без применения инсектицида; 2 – системный инсектицид (тиаклоприд, 480 г/л); 3 – комбинированный

инсектицид (имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л); 4 – комбинированный инсектицид (циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л); 5 – контактный инсектицид (альфа-циперметрин, 100 г/л).

Обработку посевов проводили ручным опрыскивателем поделяночно с нормой расхода рабочего раствора из расчета 200 л/га. Биологическая и хозяйственная оценка эффективности инсектицидов, учет численности фитофага проводилась согласно общепринятым методикам [7, 8]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [9]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel. Расчет экономической эффективности производился в ценах по состоянию на 2024 г.

Распределение тепла в апреле 2021 г. было неравномерным: если в первой декаде среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 0,8 °С, то во второй превышала ее на 2,0 °С. В третьей декаде отмечено значительное понижение температурного режима – на 4,4 °С. Сумма осадков за месяц составила 39,9 мм, или 94,3 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае была ниже нормы на 1,7 °С. В начале первой декады отмечались ночные заморозки до –2 °С. Выпадение осадков было неравномерным. Первая и вторая декады характеризовались избытком осадков – 154,5–308,7 % от нормы, в третьей декаде наблюдался их дефицит – 43,2 % от нормы. Июнь и июль были теплее на 2,8–3,5 °С. Сумма осадков в июне была близка к норме, тогда как в июле отмечался значительный их дефицит.

Температура воздуха в апреле 2022 г. была близка к уровню среднемноголетних значений, лишь в третьей декаде отмечалось повышение данного показателя на 1,5 °С. За месяц выпало 7,0 мм осадков, или 15,7 % от нормы. Температура воздуха в мае и июне была ниже нормы на 2,4 и 2,5 °С соответственно. Выпадение осадков было избыточным – 119,4 и 87,0 мм, или 282,3 и 127,9 % от уровня среднемноголетних значений соответственно. Распределение тепла в июле было неравномерным: если в первой декаде среднесуточная температура воздуха превышала норму на 1,8 °С, то во второй и третьей декадах отмечено понижение этого показателя на 0,7–2,9 °С. Сумма осадков в июле была близка к норме и составила 91,2 мм, или 102,5 % от нормы.

Гидротермические условия вегетационного сезона 2023 г. были неоднородными. Средняя температура воздуха в мае составила +13,3 °С, что соответствовало климатической норме, при этом отмечался дефицит осадков – 10,5 % от нормы. Температура воздуха в июне была на 2,0 °С выше среднемноголетней, количество выпавших осадков составило 56,4 %. Температурный режим и влагообеспеченность в июле были на уровне среднемноголетних показателей, однако значительно варьировали по декадам. Если в первой декаде температура воздуха была на 1,8 °С

выше среднесуточной, то во второй и третьей ниже, соответственно, на 2,9 и 0,7 °С. Сумма выпавших осадков по декадам составила 91,9, 162,0 и 50,4 % от нормы.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что в сложившихся погодных условиях 2021 г. пороговая численность рапсового цветоеда в посевах озимого рапса была достигнута в середине II декады мая в фазе полной бутонизации. Это послужило основанием для применения инсектицидов в агроценозе культуры. Результаты исследований показали, что на третий день после обработки, биологическая эффективность инсектицидов на основе действующих веществ тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) против имаго рапсового цветоеда составила 88,4–90,3 %, что на 6,9–8,8 % выше, чем при использовании препарата из химического класса синтетические пиретроиды альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	7 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,6	4,6	3,2	4,6	3,8	1,9
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,3	3,2	88,4	33,1	90,4	75,3
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,3	90,3	34,7	91,8	77,1
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,4	3,1	89,4	33,6	91,4	76,6
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,4	3,4	81,5	29,4	82,3	69,8

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

Проведенный учет на седьмой день после обработки указывает на значительное снижение биологической эффективности препаратов – до 29,4–34,7 % и достижение пороговой численности фитофага, что обусловлено повышением среднесуточной температуры воздуха в начале III декады мая при дефиците выпадения осадков. Это предопределило необходимость в повторном внесении инсектицидов.

Выявлено, что на третий день после повторной обработки снижение численности рапсового цветоеда относительно варианта без применения инсектицида в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) составило 90,4–91,8 %, однако было выше на 8,1–9,5 %, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). При учете на седьмой день после повторного опрыскивания, биологическая эффективность в изучаемых вариантах опыта составила 69,8–77,1 %. В связи с наступлением фазы цветения озимого рапса последующие учеты численности рапсового цветоеда были нецелесообразными.

Оценка фитосанитарной ситуации в посевах озимого рапса в 2022 г. показала, что пороговая численность рапсового цветоеда была достигнута в конце II декады мая в фазу бутонизации культуры. Перед применением инсектицидов численность фитофага составила 3,0–3,2 имаго/растение (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	5 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,1	5,2	3,2	5,2	2,0	0,9
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,0	3,2	87,0	38,5	86,0	64,2
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,0	89,1	42,3	89,7	60,8
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,1	3,1	91,5	38,5	89,3	62,9
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,1	3,2	81,3	30,4	77,1	50,3

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

Через три дня после обработки численность вредителя в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) снижалась на 87,0–91,5 %, что на 5,7–10,2 % выше, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). На пятый день после применения инсектицидов пороговая численность фитофага во

всех вариантах опыта восстановилась, что обусловлено повышением температурного режима. Это послужило основанием для повторной обработки посевов озимого рапса против данного вредителя.

После повторной обработки, биологическая эффективность инсектицидов с действующими веществами тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) на третий день составила 86,0–89,7 %, на седьмой 60,8–64,2 %, что выше на 8,9–12,6 % и на 10,5–13,9 % соответственно, чем при использовании инсектицида из класса синтетические пиретроиды – альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). Последующие учеты рапсового цветоеда были нецелесообразными в силу наступления полного цветения культуры.

Мониторинг энтомологической ситуации 2023 г. в посевах озимого рапса показал, что пороговая численность рапсового цветоеда была достигнута в начале I декады мая в фазу бутонизации культуры. Перед применением инсектицидов численность фитофага составляла 3,0–3,2 имаго/растение (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	7 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,0	4,7	3,0	4,7	2,9	1,0
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,2	3,1	81,5	36,7	86,2	65,5
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,0	81,7	36,2	87,2	66,3
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,3	3,2	84,2	38,3	89,0	68,8
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,1	3,0	75,9	34,1	83,6	60,8

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

На третий день после обработки биологическая эффективность в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) составила 81,5–84,2 %, что было выше на 5,6–8,3 %, чем при внесении препарата на основе альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

Учет на седьмой день после обработки показал увеличение численности имаго рапсового цветоеда варианте без применения инсектицида до 4,7 имаго/растение. Биологическая эффективность в обрабатываемых вариантах снизилась до 34,1–38,3 %, что вызвало необходимость в проведении повторной обработки.

Выявлено, что биологическая эффективность инсектицидов на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) на третий день после повторной обработки составила 86,2–89,0 % и была выше на 2,6–5,4 %, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). На седьмой день снижение численности рапсового цветоеда при внесении препаратов относительно варианта без применения инсектицида составило 60,8–68,8 %. В связи с наступлением фазы цветения озимого рапса последующие учеты численности рапсового цветоеда по всем вариантам опыта были нецелесообразными.

В среднем за исследуемые годы двукратное опрыскивание посевов озимого рапса против рапсового цветоеда препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), позволило достоверно сохранить 6,8–7,9 ц/га семян культуры (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность семян озимого рапса при внесении инсектицидов от рапсового цветоеда (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность, ц/га				Сохраненный урожай, ц/га
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее значение	
1. Без применения инсектицида	29,3	28,7	27,3	28,4	–
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	34,6	35,8	35,2	35,2	6,8
3. Имидаклоприд, 150 г/л + Лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	35,2	36,5	36,7	36,1	7,7
4. Циперметрин, 50 г/л + Хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	36,1	36,8	36,1	36,3	7,9
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	33,7	32,2	33,0	33,0	4,6
НСР _{0,05}	3,2	3,0	3,4		

В варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) также был получен достоверно сохраненный урожай – 4,6 ц/га, однако его показатель был ниже на 2,2–3,3 ц/га чем при внесении остальных инсектицидов.

Анализ экономической эффективности применения инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах культуры показал, что наибольший

условный чистый доход – 717,3 руб/га был получен в варианте имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Стоимость сохраненного урожая, руб/га	Затраты на защиту посевов, руб/га	Условный чистый доход, руб/га
1. Без применения инсектицида	–	–	–
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	759,9	148,0	611,9
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	860,5	143,2	717,3
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	882,8	232,2	650,6
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	514,1	77,9	436,1

При внесении инсектицидов основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) условный чистый доход составил 611,9–650,6 руб/га. Опрыскивание посевов озимого рапса препаратом на основе альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) обеспечил минимальный экономический эффект – условный чистый доход 436,1 руб/га, что обусловлено низким показателем сохраненного урожая семян культуры.

Заключение. Двукратное опрыскивание посевов озимого рапса в фазе бутонизации препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), обеспечивает снижение численности рапсового цветоеда до 81,5–91,5 %, что на 5,8–10,2 % выше, чем в варианте при использовании инсектицида из химического класса синтетические пиретроиды альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

При опрыскивание посевов инсектицидами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) получен наибольший достоверный сохранённый урожай – 6,8–7,9 ц/га, а также условный чистый доход – 611,9–717,3 руб/га, что на 2,2–3,3 ц/га и на 175,8–281,2 руб/га соответственно выше, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

Во избежание проявления резистентности имаго рапсового цветоеда в посевах озимого рапса при многократном опрыскивании в системе защиты рекомендуется чередование обработок инсектицидами, имеющими различные действующие вещества и механизмы действия.

Список литературы

1. Рапс и сурепица : (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.] ; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., пер. и расш. – М. : [б. и.], 2007. – 320 с.
2. Утеуш, Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – Киев : Наук. думка, 1979. – 228 с.
3. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
4. Система защиты озимого рапса от вредных объектов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 42–47.
5. Система защиты озимого рапса от вредителей, болезней и сорняков / А. А. Запрудский [и др.] // Интегрир. технологии защиты с.-х. культур от вредителей, болезней и сорняков / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; ред.: С. В. Сорока, А. Г. Жуковский, Е. А. Якимович. – Минск, 2019. – С.45–53.
6. Коваленков, В. Г. Резистентность рапсового цветоеда как показатель перестройки генетической структуры популяций вредных видов под влиянием инсектицидов / В. Г. Коваленков, Н. М. Тюрина, Л. И. Павлова // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 54–62.
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. Трешко. – д. Прилуки, Минский р-н : [б. и.], 2009. – 320 с.
8. Растениеводство. Полевая практика : учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.] ; ред. Д. И. Мельничук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 304 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A. A. Zaprudsky¹, D. F. Privalov¹, S. A. Gaidarova¹, E. V. Strelkova²

¹RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

²Belarusian National Technical University, Minsk

EFFICIENCY OF APPLICATION OF RAPE BEETLE INSECTICIDES TO WINTER RAPE

Annotation. The paper presents the results of the research on evaluating the efficiency of the insecticides from different chemical groups applied to winter rape against rape beetle. It's established that double treatment with the preparations based on thiacloprid, 480 g/l (0.15 l/ha), imidacloprid, 150 g/l + lambda-cyhalothrin, 50 g/l (0.2 l/ha) and cypermethrin, 50 g/l + chlorpyrifos, 500 g/l (1.0 l/ha) ensures a reduction in the number of rape beetle up to 81.5–91.5 %, obtaining the highest saved yield – 6.8–7.9 c/ha and net income – 611.9–717.3 rubles/ha.

Key words: winter rape, rape beetle, insecticides, efficiency, saved yield.

В. Н. Кухта

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕДНОСТИ КСИЛОФАГОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 06.05.2024

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

Аннотация. Дана оценка вредности 7 видов стволовых вредителей, которые формируют очаги массового размножения в сосняках Беларуси. Общая вредность ксилофагов варьировала в пределах от 58,5 до 204,0 баллов. В группу особо вредных видов отнесены *Ips sexdentatus* (Boern.), *Ips acuminatus* (Gyll.) и *Monochamus galloprovincialis* (Ol.), умеренно вредных – *Tomicus piniperda* (L.), *Tomicus minor* (Hart.), *Pissodes piniphilus* (Hrbst.), *Phaenops cyanea* (F.) На основе показателей вредности предложены обязательная организация и проведение лесозащитных мероприятий против этих вредителей.

Ключевые слова: ксилофаги, вредность, сосновые насаждения.

Введение. Вопросы оценки вредности разных хозяйственно-экологических групп вредителей всегда являются актуальными. Это подтверждается российскими исследователями [1, 2] при изучении наиболее распространенных видов кокцид, белорусскими учеными [3–6] при оценке уровня вредности тератформирующих тлей и минеров-филлобионтов. В отношении стволовых вредителей такие работы проводились в европейской части России Е.Г. Мозолева [6] для сосны, ели, березы и дуба, в Беларуси В.Н. Кухтой и др. [7] для ели, украинскими исследователями [8, 9] для дуба и сосны.

В системе консортивных отношений «дерево – стволовые насекомые» по отношению к вредности можно выделить виды, которые в первую очередь нападают на ослабленные или при определенных условиях внешне здоровые деревья, подавляют их защитную реакцию и являются причиной гибели таких деревьев. У других ксилофагов их вредная деятельность определяется, прежде всего, влиянием на качество древесины. Имеются виды способные сочетать в себе критерии вредности обеих вышеуказанных групп. И, наконец, те, которые развиваются за счет мертвой древесины и не наносят вреда, чаще всего ускоряя ее разрушение.

При разработке стратегии защитных мероприятий важное место занимает комплексная оценка вредности стволовых вредителей [10].

Такая оценка позволит сопоставить уровень вредоносности разных видов. При этом следует учитывать, что из-за различий в биологии, для того или иного вида возможно преобладание определенной, нежелательной для лесного хозяйства деятельности ксилофагов. Особенно актуален этот вопрос в периоды массового размножения стволовых вредителей в сосняках. Примером этому является массовое усыхание сосновых насаждений под воздействием ксилофагов и в первую очередь вершинного короеда в 2016–2021 гг., что привело к вырубке 38,1 млн м³ поврежденной древесины [11]. Начиная с 2021 г. в сосняках наблюдается трансформация комплексов стволовых вредителей, сопряженная с ростом вредоносности синей сосновой златки в Беларуси [11].

В настоящей статье в качестве объектов, для которых дана комплексная оценка вредоносности, выбраны ксилофаги, формирующие очаги усыхания в сосновых древостоях, такие как вершинный (*Ips acuminatus* Gyll.) и шестизубчатый (*I. sexdentatus* Voern.) короеды, большой (*Tomicus piniperda* L.) и малый (*T. minor* Hart.) сосновые лубоеды, синяя сосновая златка (*Phaenops cyanea* F.), смолёвка вершинная сосновая (*Pissodes piniphilus* Hrbst.) и черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis* Ol.).

Материалы и методы. В статье использованы результаты многолетних исследований биологии стволовых вредителей сосны обыкновенной, полученные в Любанском, Мозырском, Калинковичском, Чериковском, Светлогорском, Кобринском, Гомельском, Слонимском и Негорельском лесхозах Беларуси в 2017–2023 гг. Наблюдения за их фенологией проводили как на модельных деревьях, так и на ловчем материале (ловчие деревья, неокоренные лесоматериалы, порубочные остатки). Рекогносцировочное и детальное лесопатологические обследования очагов стволовых вредителей выполнены в соответствии с общепринятыми в защите леса и лесной энтомологии методиками [13–15].

При оценке вредоносности ксилофагов за основу нами была взята методика количественной (в баллах) оценки, предложенная Е.Г. Мозолева [7], которая учитывает физиологическую и техническую вредоносность стволовых вредителей и количество их поколений в году.

Физиологическая вредоносность определялась степенью физиологической активности ксилофагов, особенностями их дополнительного питания и способностью переносить патогенов. Она рассчитывалась как сумма баллов по этим критериям. Техническая вредоносность обусловлена такими показателями, как способность в той или иной степени разрушать древесину ходами, предпочитаемый район поселения на дереве (толстая, переходная или тонкая кора) и кормовая порода. Она

рассчитывалась как произведение баллов по этим критериям. Характер разрушения древесины ходами стволовых вредителей оценивали по глубине проникновения ходов, разрушающих древесину, а также в по диаметру и занимаемой площади, характеризующих их величину. В соответствии с предложенной методикой оценки сравнительной вредоносности к коэффициентам, характеризующим глубину разрушения древесины, устанавливали прибавки на размер хода в зависимости от диаметра их сечения, а также для поверхностных ходов – в зависимости от размера занимаемой ими площади, а для ходов, глубоко проникающих в древесину, – в зависимости от протяженности. Район поселения на дереве оценивали по разнице в стоимости крупной, средней и мелкой деловой древесины, для которой идут соответственно комлевая, средняя и верхняя части стволов. Ценность повреждаемой породы Е. Г. Мозолевская [6] рекомендует устанавливать по соотношению ее таковой стоимости и стоимости древесины осины на корню. Число поколений в год учитывали на последнем этапе определения вредоносности. При нескольких генерациях вредоносность насекомых пропорционально увеличивалась. Общая вредоносность отдельно взятого вида ксилофага оценивалась как произведение баллов физиологической и технической вредоносности, умноженное на число поколений в год.

По рассчитанным итоговым баллам устанавливали принадлежность стволовых вредителей к конкретной группе: особо вредоносные (общий балл вредоносности 80 и более), умеренно вредоносные (20–79), маловредоносные (10–19), безвредные (менее 10) [12].

Результаты и обсуждение. Физиологическая активность стволовых насекомых, которые нападают на деревья I (без признаков ослабления) и II (ослабленные) категорий состояния, и способны в массе размножаться в насаждениях с нарушенной жизнеспособностью (II класс биологической устойчивости), Е.Г. Мозолевская [6] рекомендует оценивать 10 баллами. Для видов, заселяющих деревья III (сильно ослабленные) и IV (усыхающие) категорий, свежую валежную древесину и лесоматериалы на свежих вырубках и образующих очаги в древостоях III класса биологической устойчивости (утративших жизнеспособность), такой же критерий оценен 1 баллом. Физиологическая активность ксилофагов, кормовой базой которых является мертвая древесина, соответствует баллу 0,1.

Так, вершинный и шестизубчатый короеды, большой и малый сосновые лубоеды, синяя сосновая златка и смолёвка вершинная сосновая способны заселять деревья I и II категорий состояния. *I. acuminatus*, который до недавнего времени в Беларуси упоминался как сопутствующий вид в энтомокомплексах стволовых вредителей [16] и размножался в ослабленных заподсоченных сосняках, а также в древостоях пораженных

смоляным раком [17, 18], в 2016–2017 гг. в массе размножался и стал нападать на вполне жизнеспособные сосновые насаждения. *I. sexdentatus*, *T. piniperda*, *T. minor* и *Ph. cyanea* особенно часто формируют очаги в древостоях по краям «окон», пораженных пестрой ситовой гнилью корней сосны, вызываемой корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) [19]. Очаги *Ph. cyanea* в Беларуси образуются в спелых изреженных насаждениях по опушкам и краям вырубок, т.е. в местах с наибольшей инсоляцией [11]. *P. piniphilus* и *M. galloprovincialis* не образуют самостоятельных очагов в условиях Беларуси и преимущественно заселяют деревья совместно с вершинным и шестизубчатым короедами и синей сосновой златкой.

Способность видов наносить при дополнительном питании существенные повреждения Е.Г. Мозолевская [6] предлагает оценивать 2 баллами, мало ощутимый вред – 1, а для безвредных – 0 баллов. Наибольший вред в данном случае наносится черным сосновым усачом и смолевкой вершинной сосновой, которые делают погрызы на побегах и ветвях (стволиках), и сосновыми лубоедами, осуществляющими «стрижку» (протачивание) побегов. *I. acuminatus* и *I. sexdentatus* при дополнительном питании протачивают ходы под корой усыхающих деревьев, а *Ph. cyanea* питается сосновой хвоей.

Стволовые вредители, которые ассоциированы с возбудителями сосудистых и некрозно-раковых болезней рекомендуется оценивать баллом 3, дереворазрушающими и деревоокрашивающими грибами – 2 и 1 соответственно. Среди упомянутых выше видов развитию стволовых гнилей способствует *M. galloprovincialis*, остальныексилофаги – переносчики заболонных грибных окрасок. При этом, например, для вершинного короеда доказано, что ассоциированные с ним патогены помогают существенно ослабить резистентность дерева и преодолеть его сопротивление [20, 21].

Общая оценка физиологической вредоносности стволовых вредителей представлена в таблице.

По глубине проникновения ходов в круглых лесоматериалахксилофагов делили на 3 группы [22]: вызывающие поверхностную червоточину (глубина до 3 мм); неглубокую червоточину (не более 15 мм); глубокую червоточину (более 15 мм). В соответствии с имеющимися документами по наличию червоточин, характерных конкретным видамксилофагов, устанавливали сорт [23] и стоимость [24] 1 м³ древесины.

При переходе древесины из одного сорта в другой цена 1 м³ лесоматериалов круглых хвойных пород диаметром 14–25 см снижается по сравнению с сортом А: для сорта В – в 1,2, С – в 1,5, сорта D – в 2,1 раза [25]. Сорт D включает в себя сырье технологическое и дрова [25].

Таблица – Оценка вредоносности стволовых вредителей сосны обыкновенной

Семейство, вид ксилофага	Критерии ФВ				Критерии ТВ				ТВ	Количество поколений	ОВ
	ФА	ВДП	ВЗ	ФВ	ГРД	ПРХ	РП	ПП			
Curculionidae											
1. Вершинный короед (<i>Ips acuminatus</i> Gyll.)	10	1	1	12	1,5	0,2	1,4	2	4,8	2,5	144,0
2. Шестизубчатый короед (<i>I. sexdentatus</i> Voegn.)	10	1	1	12	1,5	0,3	1,9	2	6,8	2,5	204,0
3. Большой сосновый лубоед (<i>Toxicus piniperda</i> L.)	10	2	1	13	1,5	0,1	1,9	2	6,1	1,0	79,3
4. Малый сосновый лубоед (<i>Toxicus minor</i> Hart.)	10	2	1	13	1,5	0,1	1,4	2	4,5	1,0	58,5
5. Смолёвка вершинная сосновая (<i>Pissodes piniphilus</i> Hrbst.)	10	2	1	13	1,5	0,1	1,4	2	4,5	1,0	58,5
Buprestidae											
6. Синяя сосновая златка (<i>Phaenops cyanea</i> F.)	10	1	1	12	1,5	0,1	1,9	2	6,1	1,0	73,2
Cerambycidae											
7. Черный сосновый усач (<i>Monochamus galloprovincialis</i> Ol.)	10	2	2	14	2,1	0,3	1,9	2	9,1	1,0	127,4

Примечание. ФВ – физиологическая вредоносность; ФА – физиологическая активность; ВДП – способность видов наносить вред при дополнительном питании; ВЗ – способность переносить патогенов; ТВ – техническая вредоносность; ГРД – глубина разрушения древесины ходами; ПРХ – прибавка на размер хода; РП – район поселения на дереве; ПП – повреждаемая порода; ОВ – общая вредоносность.

Эти цифры принимаем в качестве исходных коэффициентов, характеризующих глубину разрушения древесины. Повреждения насекомыми в сосновых лесоматериалах не допускаются в сортах А и В. Неглубокие червоточины допускаются в древесине круглых лесоматериалов сорта С – диаметром менее 2 мм глубиной до 15 мм и 2 мм и более глубиной до 5 мм. В лесоматериалах сорта D при диаметре червоточин до 2 мм червоточины допускаются, при 2 мм и более допускаются только начальные стадии поражения короедами [6].

Для видов, продельвающих крупные (более 0,3 см в диаметре), средние по площади поверхностные (1–2 дм²) или проникающие в древесину на 10–20 см ходы, прибавка составляет 0,1 балла. Для ксилофагов, поверхностные ходы которых занимают площадь более 2 дм² или глубоко

проникают в древесину и имеют длину свыше 20 см, прибавляем 0,2 балла.

Таким образом, характер разрушения древесины ходами составит:

- для вершинного короеда $1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7$;
- шестизубчатого короеда $1,5 + 0,1 + 0,2 = 1,8$;
- большого соснового лубоеда $1,5 + 0,1 = 1,6$;
- малого соснового лубоеда $1,5 + 0,1 = 1,6$;
- смолёвки вершинной сосновой $1,5 + 0,1 = 1,6$;
- синей сосновой златки $1,5 + 0,1 = 1,6$;
- черного соснового усача $2,1 + 0,1 + 0,2 = 2,4$.

Для оценки района поселения стволовых вредителей принимаем оценочный коэффициент для мелкой древесины сорта В за 1 и вычисляем коэффициенты для средней (1,4) и крупной (1,9) древесины [24]. Принадлежность отдельных видов к одной из групп определяем по наиболее вредоносной способности.

При оценке вредоносности стволовых вредителей, Е.Г. Мозолевская [6] использует коэффициент, характеризующий ценность древесины сосны равный 2. Этот фактор зависит от рыночной цены древесины, а когда мы сравниваем вредоносность разных вредителей для одной породы, этот фактор не имеет принципиального значения.

Число поколений в год учитывается на последнем этапе определения вредоносности. При нескольких генерациях вредоносность насекомых увеличивается. Коэффициент, пропорционально изменяющий балл оценки вредоносности с учётом генерации, составляет для видов, способных давать два поколения, – 2,0, сестринские поколения – 1,5, имеющих двухгодичную генерацию – 0,5. Согласно нашим исследованиям одногодичная генерация свойственна *T. piniperda*, *T. minor* и *Ph. cyanea*, *P. piniphilus* и *M. galloprovincialis*. Такие короеды как *I. acuminatus* и *I. sexdentatus* формируют два поколения в год, при этом родительские жуки минимум два раза откладывают яйца [26].

Рассчитанные нами баллы общей вредоносности для семи видов стволовых вредителей составили от 58,5 (смолёвка вершинная сосновая и малый сосновый лубоед) до 204,0 (стенограф) баллов (таблица).

Следует также отметить, что в методике Е.Г. Мозолевской [6] не была учтена способность агрессивных ксилофагов успешно размножаться на вырубках, увеличивая при этом свою численность, что неоднократно регистрировалось нами [27]. Поэтому при необходимости балл общей вредоносности для видов, развивающихся на порубочных остатках, может быть скорректирован. Например, для стволовых вредителей, которые заселяют крупные порубочные остатки – пни, части ствола, или более мелкие – ветви, которые в большом количестве образуются после проведения рубок и успешно осваиваются вредителями.

Заключение. Впервые в Беларуси дана оценка вредоносности семи наиболее значимымксилофагам сосновых насаждений. Среди представителей трех семейств стволовых вредителей наибольший балл вредоносности имеет шестизубчатый короед (204,0 баллов), относящийся к группе особо вредоносныхксилофагов, куда также входят вершинный короед (144,0) и черный сосновый усач (127,4). Вредоносность *I. sexdentatus* и *I. acuminatus* в первую очередь обусловлена двойной генерацией и наличием сестринских поколений, а у *M. galloprovincialis* максимальной физиологической и технической вредоносностью. Группу умеренно вредоносных видов представляют большой (79,3) и малый (58,5) сосновые лубоеды, синяя сосновая златка (73,2), смолёвка вершинная сосновая (58,5).

Применительно к насекомым этих двух групп необходимо обязательно организовывать и проводить лесопатологический мониторинг и санитарно-оздоровительные мероприятия (сплошные и выборочные санитарные рубки, уборку захламленности), направленные на регулирование численностиксилофагов, которые против маловредоносных и безвредных видов проектировать не целесообразно. Подобная оценка важна при определении степени значимости стволовых вредителей с учетом их встречаемости и обосновании защитных мероприятий в основных насаждениях.

Список литературы

1. Куликова, Е. Г. Оценка вредоносности кокцид / Е. Г. Куликова // Защита растений. – 1987. – № 10. – С. 27–28.
2. Мясникова, А. В. Дендрофильные кокциды в зеленых насаждениях г. Санкт-Петербурга : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.05 / А. В. Мясникова ; ГОУ ВПО «Москов. гос. ун-т леса». – СПб., 2010. – 19 с.
3. Сауткин, Ф. В. Опыт оценки уровня вредоносности минеров-филлобионтов – вредителей декоративных кустарников в зеленых насаждениях Беларуси / Ф. В. Сауткин, С. И. Евдошенко, С. В. Буга // 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, 2012. – Вып. 36. – С. 198–210.
4. Сауткин, Ф. В. Оценка уровня вредоносности *Phyllonorycter robiniiella* (Clemens, 1859) – вредителя робинии обыкновенной (*Robinia pseudoacacia* L., 1753) в условиях зеленых насаждений разных районов интродукции растений в Беларуси / Ф. В. Сауткин, Ф. В. Синчук // Труды Белорус. гос. ун-та. Физиол., биохим. и молекул. основы функционир. биосистем. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 110–115.
5. Петров, Д. Л. Комплексная оценка уровня вредоносности тератформирующих тлей в декоративных древесных насаждениях / Д. Л. Петров, С. В. Буга // 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, 2008. – Вып. 32. – С. 305–315.
6. Мозолевская, Е. Г. Оценка вредоносности стволовых вредителей / Е. Г. Мозолевская // Вопросы защиты леса : сб. науч. тр. / Москов. лесотехн. ин-т ; редкол.: А. И. Воронцов (отв. ред.) [и др.]. – М., 1974. – Вып. 65. – С. 124–132.

7. Кухта, В. Н. Короеды ели европейской и мероприятия по регулированию их численности : монография / В. Н. Кухта, А. И. Блинцов, А. А. Сазонов ; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : [б. и.], 2014. – 238 с.
8. Мешкова, В. Л. Вредоносность ксилобионтов на дубовых вырубках в левобережной Украине / В. Л. Мешкова, О. Н. Кукина // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. – 2011. – Вып. 196. – С. 238–246.
9. Meshkova, V. L. Evaluation of harm of stem insects in pine forests / V. L. Meshkova // Scientific Bulletin of UNFU. – 2017. – Vol. 27, № 8. – P. 101–104.
10. Мозолевская, Е. Г. Экология популяций сосновых лубоедов и стратегия управления их численностью / автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.09; 03.00.16 / Е. Г. Мозолевская ; Ин-т эволюции, морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР. – М., 1983. – 34 с.
11. Синяя сосновая златка (*Phaenops cyanea* (Fabricius, 1775)) – новая угроза лесам Беларуси / А. А. Сазонов [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хоз-во, природопользов. и перераб. возобнов. ресурсов. – 2023. – № 1 (264). – С. 61–72.
12. Мозолевская, Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколова. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 152 с.
13. Катаев, О. А. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях : учеб. пособие / О. А. Катаев, Б. Г. Поповичев ; М-во образования РФ, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. – СПб. : СПбГЛТА, 2001. – 72 с.
14. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов / М-во природ. ресурсов РФ, Федер. агентство лесного хоз-ва, ВНИИЛМ ; разработ. А. Д. Масловым. – Пушкино, Московская обл. : ВНИИЛМ, 2006. – 108 с.
15. Защита леса: учеб.-метод. пособие / В. Б. Звягинцев [и др.]. – Минск : БГТУ, 2019. – 164 с.
16. Рыўкін, Б. У. Заражанасць лясоў БССР шкоднікамі (па даных лесаэнтамолагічнага абследавання 1930 году) / Б. У. Рыўкін. – Менск : Сельгасэктар, 1933. – 63 с.
17. Старк, В. Н. Фауна СССР. Жесткокрылые / В. Н. Старк. – М., Л. : АН СССР, 1952. – Т. XXXI. Короеды. – 463 с.
18. Харитонова, Н. З. Лесная энтомология: учеб. для студентов вузов / Н. З. Харитонова. – Минск : Вышэйш. шк., 1994. – 412 с.
19. Харитонова, Н. З. Особенности повреждения сосны насекомыми ксилофагами в очагах корневой губки / Н. З. Харитонова, Н. Г. Душин // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: материалы регион. науч.-произв. конф. Белоруссии и Прибалт. респ., (Минск, 13–15 сент. 1984 г.) / Запад. отдел. ВАСНИЛХ, Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова ; редкол.: Н. И. Фёдоров (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1985. – С. 122–123.
20. Use of Loop-Mediated Isothermal Amplification for Detection of *Ophiostoma clavatum*, the Primary Blue Stain Fungus Associated with *Ips acuminatus* / C. Villari [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2013. – Vol. 79, № 8. – P. 2527–2533.
21. Davydenko, K. Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species / K. Davydenko, R. Vasaitis, A. Menkis // European J. of Entomology. – 2017. – Vol. 114, № 1. – P. 77–85.
22. Пороки древесины. Классификация, термины и определения : ГОСТ 2140–81. – Введ. 30.06.1981. – М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1982. – 111 с.
23. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия : СТБ 1711–2007. – Введ. 30.01.2007. – Минск : Госстандарт, 2007. – 11 с.
24. Речицкий опытный лесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www/rechicales.by>. – Дата доступа: 30.10.2023.
25. Годовые торги: продаем качество и размеры // Лесное и охотничье хоз-во. – 2019. – № 10. – С. 2–18.

26. Кухта, В. Н. Особенности развития вершинного короеда (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в сосняках Беларуси / В. Н. Кухта, А. А. Сазонов // Соснові ліси: сучасний стан, існуючі проблеми та шляхи їх вирішення : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 12–13 червня 2019 р.) / НАН України ; редкол. : В. Ткач [і др.]. – Київ, 2019. – С. 54–61.

27. Кухта, В. Н. Применение порубочных остатков в качестве ловчего материала на сосновых / В. Н. Кухта, А. А. Сазонов, Д. А. Бабуль // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хоз-во, природопользов. и перераб. возобнов. ресурсов. – 2020. – № 2 (234). – С. 100–108.

V. N. Kukhta

Belarusian State Technological University, Minsk

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE HARMFULNESS OF SCOTTS PINE XYLOPHAGES IN BELARUS

Annotation. The article provides an assessment of the harmfulness of 7 species of stem pests that form centers of mass reproduction in the pine forests of Belarus. The overall harmfulness of xylophages varied from 58.5 to 204.0 points. The group of particularly harmful species includes *Ips sexdentatus* (Boern.), *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Monochamus galloprovincialis* (Ol.), moderately harmful species include *Tomicus piniperda* (L.), *Tomicus minor* (Hart.), *Pissodes piniphilus* (Hrbst.), *Phaenops cyanea* (F.) Based on harmfulness indicators, mandatory organization and implementation of forest protection measures against these pests are proposed.

Key words: xylophages, harmfulness, pine stands.

М. Г. Немкевич, С. В. Бойко

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

ЗАЩИТА КУКУРУЗЫ ОТ СТЕБЛЕВОГО КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.) ИНСЕКТИЦИДАМИ С ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВОМ ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛ

Дата поступления статьи в редакцию: 03.06.2024

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

Аннотация. В статье представлены четырехлетние данные (2020–2023 гг.) об эффективности одно- и двухкомпонентных инсектицидов с действующим веществом хлорантранилипрол для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька. Отмечено, что в годы исследований складывались благоприятные погодные условия для развития вредителя, и поврежденность растений перед уборкой составила 24,4–47,6 %. Установлено, что эффективно и, самое главное, в течение продолжительного периода времени защищать культуру при применении однокомпонентных препаратов Кораген, КС, Мириад, КС и Рино-А, КС в нормах расхода 0,15–0,2 л/га по пороговой численности яйцекладок *Ostrinia nubilalis*, поврежденность растений при этом снизилась на 75,4–92,4 %. Биологическая эффективность инсектицида Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л) в среднем составила 92,8 %. Отмечен высокий сохраненный урожай зерна 5,9–15,8 ц/га или 6,4–21,2 %.

Ключевые слова: кукуруза, стеблевой кукурузный мотылек, инсектициды, хлорантранилипрол, яйцекладка, поврежденность растений, эффективность.

Введение. Кукурузу выращивают как зерновую, кормовую и техническую культуру. В Беларуси соотношение площадей ее возделывания на зерно и на зеленую массу с годами меняется, причем доля площадей возделывания на зерно в общей структуре посевных площадей кукурузы постоянно растет. Производство кормов из кукурузы – фундамент белорусского животноводства. Однако при неблагоприятном фитосанитарном состоянии агроэкосистем возникает риск снижения урожайности этой культуры из-за распространения вредных организмов. Многолетние данные сотрудников лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» указывают на то, что доминантным видом, оказывающим негативное влияние на урожай зерна кукурузы, является стеблевой кукурузный мотылек (Lepidoptera: Crambidae: *Ostrinia nubilalis* Hbn.) [3, 7, 8, 9]. Характер повреждения растения – выгрызание гусеницей внутреннего содержимого стебля с верхней части книзу и как следствие стебель становится ломким. Нарушаются процессы опыле-

ния женских соцветий при повреждении метелок, из-за чего снижается озерненность початков и отмечается их деформирование, зерна располагаются неравномерно [6]. Повреждения, наносимые вредителем, могут причинять не только механический ущерб, но и ухудшить санитарное качество урожая, провоцируя развитие патогенных заболеваний (фузариоз, гниль початков, пузырчатая головня) и вирусов.

В Беларуси ежегодно наблюдается высокая численность и вредоносность стеблевого кукурузного мотылька (далее СКМ), что вызвано рядом факторов, среди которых значительная доля кукурузы в структуре посевных площадей, теплые зимы, оптимальные температуры воздуха и сумма осадков для развития гусениц, несоблюдение севооборотов, отсутствие в хозяйствах высококлиренсных опрыскивателей для применения инсектицидов в период заселения и массовой откладки яиц бабочками, защита культуры затруднена временем появления вредителя [2].

Вредоносность фитофага в большей степени проявляется в южных областях страны, где отмечается высокая концентрация кукурузы на зерно и семена. По данным Кравцова В.И. (2017), заселяемость кукурузы вредителем достигала 55,0–75,0 %. Бойко С.В. (2023) указывает, что в Брестской, Гомельской и Гродненской областях в 2021 г. заселенность растений кукурузы стеблевым мотыльком составила 22,0–35,0 %. В местах с высокой заселенностью процент поврежденности растений доходил до 47,6. В 2022 г. в Гомельской области поврежденность растений варьировала от 15,0 до 35,0 %, в Гродненской – 24,6–32,8 %, в Брестской – 32,0–36,0 %, в Минской – 18,0–28,0 % [1]. Потери урожая зерна составляют 10–30 %, некоторые зарубежные авторы указывают 25–78 % [3, 11].

Для получения высоких урожаев зерна кукурузы надлежащего качества важная роль отводится интегрированной системе защиты, основу которой составляет систематический фитосанитарный мониторинг в период вегетации. Основная цель мониторинга – получение оперативной и достоверной информации о фитосанитарной ситуации в агробиоценозе, что позволяет использовать средства защиты растений целенаправленно, препятствующих развитию популяции вредного организма. При этом не менее важно выявить точные сроки появления стадий их развития, наиболее уязвимых для средств защиты [4]. Уровень заселенности посева кукурузы контролируют учетом яйцекладок вредителя, который осуществляют не менее чем на 100 растениях, взятых в 20 точках обследуемого участка – по 5 растений по диагонали или в шахматном порядке [3].

Действующее вещество хлорантранилипирол относится к химическому классу диамиды, который имеет новый механизм действия и классифицируется как модулятор рианодиновых рецепторов, подвижен

в силеме, что позволяет инсектициду перемещаться вверх по растению [10, 12].

Используется для защиты сельскохозяйственных культур против широкого спектра сосущих и листогрызущих насекомых и особенно эффективен от чешуекрылых вредителей [13].

Целью настоящих исследований было изучение биологической эффективности инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька за счет включения в «Государственный реестр средств защиты растений ...» перспективных препаратов из класса диамида с д. в. хлорантранилипрол, обладающих достаточной стабильностью при высоких температурах.

Материалы и методы. Исследования проводили в вегетационных сезонах 2020–2022 гг. в мелкоделяночных и производственных опытах кукурузы УКСП «Совхоз «Доброволец» Кличевского района Могилевской области и в 2023 г. в ООО «БелИнтерГен» Слуцкого района Минской области.

В период вегетации культуры подсчет яйцекладок стеблевого кукурузного мотылька осуществляли на 25 стеблях (по 5 стеблей в 5 пробах) в каждой повторности мелкоделяночного опыта и на 100 стеблях (по 5 стеблей в 20 пробах) в каждой повторности производственного опыта. Для выявления личинок (гусениц) вредителя, живущих внутри кукурузы, вскрывали растения. Для этого с каждого учитываемого участка брали по 10 растений в 10 пробах, распределяя их равномерно по площади. Растения срезали или выкапывали, а затем анализировали в лаборатории. Поврежденность растений вредителем учитывали на разных гибридах культуры.

Расчет биологической эффективности препаратов по снижению поврежденности растений гусеницами в сравнении с вариантом без применения инсектицидов проводили перед уборкой кукурузы по формуле:

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

где \mathcal{E} – эффективность по снижению поврежденности растений, выраженная в процентах; A – поврежденность растений в варианте без обработки, %; B – поврежденность растений на обработанном инсектицидами участке, %.

Фенологические фазы развития кукурузы устанавливали согласно «Определителю фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН» (2016). Статистическая обработка полученных результатов исследований осуществлена по Б.А. Доспехову (1985) и программе ODA.

Результаты исследований и их обсуждение. Борьба с опасным вредителем – стеблевым кукурузным мотыльком осложняется как

особенностями культуры (большой объем биомассы), так и развитием самого фитофага: гусеницы стеблевого мотылька ведут скрытный образ жизни (начиная с жилки листа и метелки, в последствии внутри стебля). Следует также отметить, что как только гусеница мотылька проникает в лист/стебель, она становится труднодоступной даже для инсектицидов системного действия. При обследовании посева на наличие вредителя следует обращать внимание на места отхождения листьев от стебля. По побурению, механическим повреждениям оснований листовых пластинок можно заметить места внедрения гусениц во влагалище листа. Если отогнуть лист, видна мучнистая присыпка, это – растительная масса, которая использована для питания вредителя (рисунок 1).



Рисунок 1 – Места внедрения гусеницы в листьях кукурузы с растительной массой

Исходя из этого оптимальный срок инсектицидной обработки – появление первых яйцекладок фитофага [5, 14].

Важно правильно определять и цвет яйцекладки, по которой можно судить о времени отрождения гусениц, от чего напрямую зависит эффективность инсектицидов. Яйцо фитофага приплюснутое, овальной формы. Свежеотложенная яйцекладка имеет молочно-белый цвет без отчетливого распределения яиц, нанесена тонким слоем (черепицеобразно), напоминает рыбную чешую, постепенно приобретает кремовый цвет с характерным выделением оболочки яиц. Самка покрывает кладку яиц застывающими выделениями, напоминающими капли стеарина. Перед появлением гусениц через оболочку яйца четко видны их черные головы (рисунок 2). Спустя непродолжительное время отрождаются гусеницы, которые моментально расползаются по растениям. Яйцекладка в это время остается пустой. По нашим данным, в каждой яйцекладке насчитывалось от 18 штук, 20, 40 и до 70 яиц фитофага, что составляло 28,5 %, 42,9 % и по 14,3 % соответственно.



Молочно-белого цвета

Кремового цвета

С ярко выраженными
головами гусениц

Рисунок 2 – Яйцекладки стеблевого кукурузного мотылька на листьях кукурузы

В настоящее время ассортимент препаратов для защиты кукурузы от опасного вредителя – стеблевого кукурузного мотылька, представлен 24 высокоэффективными инсектицидами с действующими веществами из различных химических классов, при чем препараты на основе хлорантранилипрола составляют 16,7 %.

В Беларуси для защиты кукурузы, возделываемой на зерно, семена и силос от стеблевого кукурузного мотылька комбинированный инсектицид Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л) в нормах расхода 0,1–0,3 л/га из химического класса пиретроиды и антраниламида впервые был зарегистрирован в 2011 г. Это новый препарат кишечного-контактного и трансламинарного действия, эффективно контролирует все стадии вредителя, обеспечивая «нокадаун»-эффект с защитным действием до 3–4-х недель.

По результатам многолетних исследований сотрудников лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» в производственных посевах кукурузы, возделываемой на зерно, определена биологическая эффективность инсектицида по снижению поврежденности растений гусеницами стеблевого кукурузного мотылька, которая в среднем составила 92,8 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида Амплиго, МКС в защите кукурузы от стеблевого мотылька (производственные опыты, 2011–2017 гг.)

Показатель	N	БЭ±СО	Медиана	УН
Снижение поврежденности стеблей перед уборкой, %	13	89,6±11,2	92,8	6,8

Примечание. N – количество проанализированных опытов, БЭ – биологическая эффективность, %; СО – стандартное отклонение; УН – уровень надежности (95,0 %); медиана – число, которое находится в середине этого набора.

По данным Трепашко Л.И. (2021) установлено, что при применении Амплиго, МКС по уязвимой стадии развития вредителя *Ostrinia nubilalis* – яйцекладкам – биологическая эффективность инсектицида перед уборкой кукурузы составила 98,7 %. Использование же препарата, когда популяция стеблевого кукурузного мотылька представлена гусеницами I и II возрастов, снижало поврежденность растений культуры на 44,0 %, поскольку внедрившиеся в стебли гусеницы стали практически неуязвимыми к действию инсектицида [5].

Исследования по изучению эффективности инсектицидов на основе хлорантранилипрола с одним д. в. были начаты в 2020 г. Необходимо напомнить, что в период применения химических мероприятий против вредителя (III декада июня – I декада июля) наблюдаются высокие среднесуточные температуры воздуха (более +25,0 °C), что необходимо учитывать при их внесении: если она превышает +25,0 °C, опрыскивание растений необходимо отложить до установления +20,0...+24,0 °C.

В начале июля 2020 г. среднесуточная температура воздуха составляла +19,3 °C. Во II и III декадах июля температура воздуха понизилась до +17,3 °C и +17,9 °C соответственно. В этот период в агроценозах наблюдалась пороговая плотность яйцекладок СКМ – 2,0 яйцекладки/100 растений (ЭПВ – 1,0–2,0 яйцекладки/100 растений при возделывании кукурузы на зерно). Июль характеризовался недостаточной увлажненностью – выпало лишь 20,0 % осадков от нормы, что негативно повлияло на цветение и формирование зерна кукурузы. В I декаде августа установилась теплая и засушливая погода (среднесуточная температура воздуха +19,8 °C при отсутствии осадков). Во II декаде августа наблюдалось снижение температуры воздуха до +16,8 °C, выпало 5,7 мм осадков. В III декаде августа среднесуточная температура воздуха повысилась до +18,2 °C (выше среднеголетних значений на 2,2 °C), сумма осадков составила 17,6 мм (77,0 % от нормы).

В первых числах июля 2021 г. среднесуточная температура воздуха составляла +21,6 °C, при этом сумма осадков была в пределах нормы (23,0 мм). В этот период наблюдалась массовая откладка яиц фитофагом. Согласно учетам, на 100 растениях обнаружено 1,0 шт. яйцекладок. Погодные условия, которые складывались в дальнейшем, способствовали нарастанию плотности яйцекладок в агроценозе – до 9,0 шт./100 растений. Август был достаточно теплым (температура за месяц +17,4 °C, что на 0,2 выше среднеголетних значений, сумма осадков 67,9 мм или 88,2 % от нормы), что благоприятно складывалось на развитии кукурузы и питании гусениц.

В I декаде июля 2022 г. при среднесуточной температуре воздуха +20,0 °C и сумме осадков 7,0 мм выявлен активный лет имаго стеблевого кукурузного мотылька. Во II декаде месяца, несмотря на похолодание (среднесуточная температура воздуха +15,7 °C, что ниже нормы на 2,6 °C) наблюдалась массовая откладка яиц вредителем. Согласно

проведенным учётам, в посевах кукурузы в стадии 10–11 листьев (ВВСН 20–21) обнаружено 7,0 яйцекладок/100 растений стеблевого кукурузного мотылька. Обильные осадки (180,0 % от нормы) способствовали активному росту растений кукурузы. В III декаде июля среднесуточная температура воздуха повысилась до +18,9 °С, выпало 25,0 мм осадков. Август по температурным показателям был достаточно жарким. Фактическая температура за месяц составляла +20,8 °С, что на 2,9 °С выше нормы. При этом выпало 57,0 % осадков от нормы, что способствовало развитию гусениц стеблевого кукурузного мотылька.

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

В посевах кукурузы различных гибридов в период вегетации при среднесуточной температуре воздуха +22,8...+23,3 °С (в утренние часы) исследуемые инсектициды были применены при достижении пороговой численности яйцекладок фитофага. Учеты, проведенные перед уборкой культуры, показали, что на делянках опыта без применения инсектицида поврежденность растений гусеницами *Ostrinia nubilalis* составила 24,4–47,6 %.

Применение инсектицидов с д. в. хлорантранилипрол, 200 г/л с нормами расхода 0,15 и 0,2 л/га на опытных вариантах в 2020–2023 гг. позволило снизить данный показатель от 75,4 до 92,4 % (таблица 2).

Своевременное и качественное использование средств защиты обеспечивает сохранение урожая кукурузы. Оценка хозяйственной эффективности изучаемых инсектицидов показала, что снижение вредности стеблевого мотылька за счет применения препаратов Мириад, КС, Кораген, КС, Рино-А, КС в изучаемых нормах расхода позволило получить урожайность зерна кукурузы от 88,0 до 105,3 ц/га, при этом сохранено 5,9–15,8 ц/га или 6,4–21,2 % соответственно по сравнению с контрольным вариантом (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов от СКМ в посевах кукурузы

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Повреждено растений, %	Биологическая эффективность, %
Мелкоделяночный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец», гибрид ЛГ 3215, 2020 г., дата обработки: 10.07.			
Вариант без обработки	–	24,4	–
Кораген, КС	0,15	6,0	75,4
Мириад, КС	0,15	5,5	77,5
	0,2	3,7	84,8
Мелкоделяночный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец», гибрид Белами, 2021 г., дата обработки: 06.07.			
Вариант без обработки	–	47,6	–
Кораген, КС	0,15	7,5	84,2
Мириад, КС	0,15	7,0	85,3
	0,2	5,8	87,8
Мелкоделяночный опыт, УКСП «Совхоз «Доброволец», гибрид Луиджи КС, 2022 г., дата обработки: 14.07.			
Вариант без обработки	–	26,7	–
Кораген, КС	0,15	4,0	85,0
	0,2	3,1	88,4
Рино-А, КС	0,15	4,8	82,0
	0,2	4,2	87,0
Производственный опыт, ООО «БелИнтерГен», гибрид АС 170, 2023 г., дата обработки: 20.07.			
Вариант без обработки	–	27,9	–
Кораген, КС	0,15	4,9	82,4
	0,2	4,1	85,3
Рино-А, КС	0,15	3,6	87,1
	0,2	2,1	92,4

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

Вариант, норма расхода, л/га	Урожайность зерна, ц/га				Сохранено зерна							
					ц/га				%			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Рино-А, КС, 0,15	–	–	98,4	103,7	–	–	5,9	11,4	–	–	6,4	12,4
Рино-А, КС, 0,2	–	–	100,0	105,3	–	–	7,5	13,0	–	–	8,1	14,1
Кораген, КС, 0,15	88,0	89,6	99,0	100,2	7,2	15,2	6,5	7,9	8,9	20,4	7,0	8,6
Кораген, КС, 0,2	–	–	102,7	102,6	–	–	10,2	10,3	–	–	11,0	11,2
Мириад, КС, 0,15	88,6	89,4	–	–	7,8	15,0	–	–	9,6	20,1	–	–
Мириад, КС, 0,2	90,5	90,2	–	–	9,7	15,8	–	–	12,0	21,2	–	–
Вариант без обработки	80,8	74,4	92,5	92,3	–	–	–	–	–	–	–	–
НСР ₀₅	7,0	3,60	2,53	4,73								

Таким образом, защиту посевов кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька целесообразно проводить инсектицидами на основе хлорантранилипрола при обнаружении пороговой или высокой численности яйцекладок, в основном, на нижней стороне листа, до внедрения гусениц в стебли растений. Препараты обладают высокой биологической и хозяйственной эффективностью, а также термостойкостью.

Заклучение. Большой вред растениям кукурузы, возделываемой как на зеленую массу, так и зерно, прежде всего причиняет многоядный фитофаг – стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). В отдельные годы поврежденность гусеницами растений кукурузы перед уборкой составила 47,6 %. В течение II декады июня – II декады июля по результатам учета численности и распространения вредителя определяются целесообразность и оптимальные сроки проведения инсектицидных обработок в зависимости от агроклиматической зоны. Инсектициды на основе д. в. хлорантранилипрол, 200 г/л, примененные в агроценозах кукурузы при пороговой плотности яйцекладок стеблевого кукурузного мотылька, сдерживали вредоносность гусениц фитофага и способствовали снижению поврежденности растений перед уборкой на 75,4–92,4 % с сохранением урожая зерна 5,9–15,8 ц/га или 6,4–21,2 %. На основании проведенных исследований инсектициды Кораген, КС, Мириад, КС и Рино-А, КС с нормами расхода 0,15–0,2 л/га включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и рекомендованы для применения в системе защиты кукурузы от наиболее распространенного и опасного фитофага – стеблевого кукурузного мотылька.

Список литературы

1. Бойко, С. В. Необычный энтомологический объект — стеблевой кукурузный мотылек. Опасный полифаг агроценоза / С. В. Бойко, А. С. Чичина, М. Г. Немкевич // Беларус. сел. хоз-во. – 2023. – № 6 (254). – С. 160–166.
2. Бойко, С. Мониторинг основных вредителей и химическая защита посевов кукурузы в Беларуси. Часть 2 / С. Бойко, М. Немкевич // Беларус. сел. хоз-во. – 2022. – № 11 (247). – С. 34–40.
3. Яйцекладка стеблевого кукурузного мотылька – основной период защиты кукурузы / С. Бойко [и др.] // Беларус. сел. хоз-во. – 2023. – № 7 (255). – С. 94–99.
4. Бухонова, Ю. В. Мониторинг вредителей и болезней кукурузы / Ю. В. Бухонова, Н. Г. Михина // Защита и карантин растений. – 2022. – № 1. – С. 19–22.
5. Вредители кукурузы, мониторинг и мероприятия по ограничению их численности: монография / 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.
6. Кравцов, В. И. Эффективность применения инсектицида Амплиго против стеблевого кукурузного мотылька при возделывании кукурузы на зерно в южной зоне Беларуси / В. И. Кравцов, Л. П. Шиманский, Ю. Н. Шиманская // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 172–175.
7. Вредители кукурузы и мероприятия по их ограничению в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – Приложение № 2. – С. 23–30.
8. Трепашко, Л. И. Защита кукурузы от стеблевого мотылька при изменении

вредоносности и расширении его ареала на территории Беларуси / Л. И. Трепашко, А. В. Быковская // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3. – С. 26–31.

9. Трепашко, Л. И. Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.): многолетняя динамика численности в Беларуси / Л. И. Трепашко, А. В. Быковская, М. Г. Немкевич // Экологическая безопасность защиты растений = Environmental Safety of Plant Protection : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 105-летию со дня рожд. чл.-корр. А. Л. Амбросова и 80-летию со дня рожд. акад. В. Ф. Самерсова, (Прилуки, 24–26 июля 2017 г.) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 49–52.

10. Рynaхурур: a new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator [Electronic resource] / P. G. Lahm [et al.] // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2007. – Vol.17(22). – P. 6274–6279. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17884492/> – Date of access: 11.05.2024.

11. Economic evaluation and efficacy of various insecticides against maize stem borers [Electronic resource] / D Sudha Rani [et al.] // J. of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018. – Vol. 7 (3). – P.15–20. – Mode of access: <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartA/7-2-489-688.pdf> – Date of access: 15.05.2024.

12. Pesticide : fact sheet. Chlorantraniliprole [Electronic resource]. – Mode of access: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-090100_01-Apr-08.pdf – Date of access: 15.05.2024.

13. Hongbo, L. The Efficacy of Chlorantraniliprole as a Seed Treatment for *Mythimna separata* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) [Electronic resource] / L. Hongbo, D. Changgeng, H. Yang // J. of Chemistry. – 2022. – Mode of access: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/3781567> – Date of access: 10.05.2024.

14. Ravinder, K. Economic evaluation of biorational and conventional insecticides for the control of maize stem borer *Chilo partellus* (Swinhoe) in *Zea mays* / K. Ravinder, J. Jawala // J. of Applied and Natural Science. – 2015. – Vol. 7 (2). – P. 644–648.

M. G. Nemkevich, S. V. Boyko

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

PROTECTION OF CORN FROM CORN STALK BOLLER (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.) WITH INSECTICIDES CONTAINING THE ACTIVE SUBSTANCE CHLORANTRANILIPROLE

Annotation. The article presents four years of data (2020–2023) on the effectiveness of insecticides with the active ingredient chlorantraniliprole, 200 g/l for protecting corn from corn borer. It was noted that during the years of research there were favorable weather conditions for the development of the pest, and the damage to plants before harvesting was 24,4–47,6 %. It has been established that it is effective and, most importantly, to protect the crop for a long period of time when using single-component preparations Coragen, KS, Myriad, KS and Rino-A, KS at consumption rates of 0,15–0,2 l/ha according to the threshold number of ovipositions *Ostrinia nubilalis*, plant damage decreased by 75,4–92,4 %. The biological effectiveness of the two-component insecticide Ampligo, MKS (lambda-cyhalothrin, 50 g/l + chlorantraniliprole, 100 g/l) averaged 92,8 %. A high preserved grain yield of 5,9–15,8 c/ha or 6,4–21,2 % was noted.

Key words: corn, corn stem borer, insecticides, diamides, chlorantraniliprole, oviposition, plant damage, efficiency.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632.937.14:40.57:631.86

М. В. Федорович¹, Д. В. Войтка¹, И. И. Полоз²

¹РУП «Институт защиты растений», Прилуки, Беларусь

²ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси», Минск

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ МИКРОБИОАГЕНТОВ ДЛЯ БИОКОНВЕРСИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

Рецензент: канд. биол. наук Комардина В. С.

Аннотация. Проведен подбор сочетания штаммов грибов рода *Trichoderma* по показателям целлюлозолитической активности с использованием органических субстратов. Наибольшей целлюлозолитической активностью обладала смесь штаммов *Trichoderma* sp. L-3 + *Trichoderma* sp. L-6 + *Trichoderma asperellum* D-11 – разложение субстрата достигало 92,5 %. Наиболее результативной дозировкой данной смеси грибов была норма расхода 1,0–2,0 л/т – на 40-е сутки потеря веса составила 43,5–50,2 % массы субстрата, на 90-е – 66,9–71,3 %.

Ключевые слова: биоконверсия, компостирование, целлюлозосодержащие субстраты, *Trichoderma*, штаммы, целлюлозолитическая активность.

Введение. Применение минеральных удобрений влечет за собой ряд экологических проблем, что сказывается на плодородии почвы [1]. Органические отходы являются перспективным и недорогим источником для получения агропродуктов, способствующих сохранению почвенного плодородия. Для получения удобрений на основе таких отходов в ряде стран мира применяют способ компостирования [2]. В Индии проводят биоконверсию коровьего навоза с наполнителем из сухих листьев в различных комбинациях. Данная технология сохраняет аэробную среду, поддерживает влажность (50–60 %) в процессе разрушения субстрата [3]. В Японии при компостировании рисовой соломы вносят рапсовый жмых и птичий помет, что позволяет получить компост с улучшенными характеристиками [4].

Процесс биологического разложения отходов осуществляется преимущественно с помощью микроорганизмов, поэтому для ускорения и оптимизации процесса компостирования органических отходов применяют микробиологические агенты грибной и бактериальной природы.

В Казахстане при конверсии рисовой соломы и шелухи риса, которая составляет 2 % от общей массы компостируемой смеси на основе птичьего помета, минеральных удобрений применяют штаммы *Cellucomonas effuse* ВКПМ В-4465 и *Bacillus cutaseus* ВКПМ В-4441 в виде водной суспензии клеток. Данный процесс осуществляется при термостатировании при влажности 50–60 % и температуре 25–30 °С – 20 суток, затем последующие 10 суток биоконверсия протекает при комнатной температуре, полученное органическое удобрение вносят в дозе 2 т/га [5]. В Бангладеш для производства органического компоста из отходов картофеля и жома сахарного тростника используют пять штаммов бактерий *Cellulomonas* sp., *Klebsiella* sp., *Proteus* sp., *Enterobacter* sp. и *Salmonella* sp. Данное сочетание штаммов бактерий оказалось наиболее эффективным способом разложения субстрата, что вызвало уменьшение содержания углерода (26,75 %), повышение содержания азота (2,34 %), фосфора (1,15 %) и калия (1,37 %), а также способствовало увеличению разнообразия микроорганизмов (бактерий, грибов и актиномицетов) [6].

Микроорганизмы, используемые для направленной конверсии твердых коммунальных отходов и целлюлозосодержащих материалов, должны обладать высоким уровнем целлюлозолитической активности, конкурентоспособностью и рядом других целевых характеристик. Этим требованиям отвечают грибы рода *Trichoderma*, широко используемые в мировой сельскохозяйственной практике не только как основа микробиологических препаратов для защиты растений, но и как инокулянты при получении органических удобрений из субстратов, содержащих целлюлозу.

В Малайзии в качестве стимулятора для переработки отходов производства масличной пальмы, таких как пустые фруктовые гроздья и сточные воды завода по производству пальмового масла, при компостировании используют гриб *Trichoderma virens*. Это сокращает процесс конверсии до 21–45 дней. Обычное компостирование без добавления *T. virens* занимает от 4 до 6 месяцев [7]. В России применяется способ переработки отходов органического сырья с помощью дождевых червей *Eisenia fetida* одновременно с внесением штамма *Trichoderma asperellum* МГ-97 (ВКПМ F-765) в виде спор и мицелия или препарат триходермин-М в количестве 10^5 – 10^6 КОЕ/кг исходного субстрата [8]. Благодаря такому способу наряду с разложением отходов происходит

снижение количества фитопатогенных грибов, а полученное удобрение обладает ростостимулирующим эффектом.

Существует несколько методов разложения лигнинсодержащих остатков, один из которых – применение грибов рода *Trichoderma*, которые не только разлагают лигноуглеводный материал, но также вносят свой вклад в разрушении органических соединений [2].

В связи с этим, целью работы являлся подбор эффективной композиции штаммов микромицетов р. *Trichoderma* для направленной биоконверсии целлюлозосодержащего субстрата.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования проводили путем постановки специальных экспериментов в лаборатории микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений».

В опыте использовали штаммы грибов рода *Trichoderma*: *Trichoderma* sp. L-3 и *Trichoderma* sp. L-6 (основа инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж), *Trichoderma asperellum* D-11 (основа препарата биологического Фунгилекс, Ж).

Для выявления наиболее активного с точки зрения целлюлозолитической активности штамма, а также сочетания штаммов в опытах был использован натуральный органический субстрат – лиственный опад и трава, который помещали в стеклянную емкость объемом 3 л и обрабатывали культуральной жидкостью штаммов грибов. Контроль – растительные остатки, обработанные водопроводной водой. Периодически (1–2 раза в неделю) субстрат увлажняли и перемешивали. Через 90 суток растительные остатки извлекали, подсушивали и взвешивали, подсчитывали убыль массы (потерю веса).

Убыль массы (потерю веса) рассчитывали по формулам 1 и 2:

$$\text{Потеря веса, } g = M_{\text{до}} - M_{\text{после}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{до}}$ – масса субстрата до начала опыта, g ; $M_{\text{после}}$ – масса субстрата, через 40 и 90 суток с начала опыта, g .

$$\text{Потеря веса, \%} = \frac{(\text{Потеря веса, } g \times 100)}{M_{\text{до}}}, \quad (2)$$

Исследования по подбору эффективной дозировки культуральной жидкости штаммов проводили с использованием целлюлозосодержащего органического субстрата – опилки + трава + листва в соотношении 1:1:1.

В пластиковую емкость с отверстиями для вентилирования помещали растительные остатки. Данный субстрат обрабатывали препаратом на основе смеси штаммов грибов *Trichoderma* sp. L-3, *Trichoderma* sp.

L-6, *Trichoderma asperellum* D-11 с различными нормами расхода: 0,5 л/т (вариант 1), 1,0 л/т (вариант 2), 1,5 л/т (вариант 3), 2,0 л/т (вариант 4). Контроль – растительные остатки, обработанные водопроводной водой.

Периодически (1 раз в неделю) проводили перемешивание растительного субстрата. Через 40 и 90 суток растительные остатки были извлечены, высушены и взвешены, подсчитана убыль массы (потеря веса) по формулам 1 и 2.

Статистическую обработку результатов экспериментов проводили с расчетом наименьшей существенной разницы (НСР).

Результаты исследований. В результате сравнительной оценки целлюлозолитической активности грибов *Trichoderma* sp. L-3, *Trichoderma* sp. L-6, *Trichoderma asperellum* D-11 установлено, что изученные штаммы разлагали целлюлозосодержащий субстрат на 54,9–72,4 %, тогда как в контрольном варианте данный показатель не превышал 7,52 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние штаммов грибов рода *Trichoderma* на деструкцию целлюлозосодержащего субстрата – листового опада

Штаммы	Потеря веса	
	г	%
<i>Trichoderma</i> sp. L-3	9,98	61,83
<i>Trichoderma</i> sp. L-6	8,86	54,89
<i>Trichoderma asperellum</i> D-11	11,67	72,35
Контроль	1,23	7,52
НСР ₀₅	1,017	

Согласно проведенным исследованиям высокий уровень целлюлозолитической активности был характерен для штаммов *Trichoderma* sp. L-6 и *Trichoderma* sp. L-3 – разложение листового опада составило 54,9 % и 61,8 % соответственно. Более эффективным деструктором был штамм *Trichoderma asperellum* D-11 – убыль массы листового опада достигала 72,4 %.

Дальнейшие исследования с целью выявления наиболее эффективно влияющих композиций штаммов на разложение целлюлозосодержащего субстрата показали, что все штаммы грибов р. *Trichoderma* при монокультурном активизировали разложение целлюлозосодержащего субстрата на 86,7–89,5 % (таблица 2).

Интенсивность разложения целлюлозосодержащего субстрата для бинарных и трехкомпонентной композиции была несколько выше. Учитывая предварительно полученные результаты по наиболее высокой среди изученных штаммов целлюлозолитической активности гриба *Trichoderma asperellum* D-11, отобрана трехкомпонентная микробная композиция состава *Trichoderma* sp. L-3 + *Trichoderma* sp. L-6 + *Trichoderma asperellum* D-11.

Таблица 2 – Эффективность штаммов грибов р. *Trichoderma* в разложении целлюлозосодержащего органического субстрата (травы)

Вариант	Потеря веса	
	г	%
<i>Trichoderma</i> sp. L-6	134,17	89,5
<i>Trichoderma</i> sp. L-3	130,09	86,7
<i>Trichoderma asperellum</i> D-11	130,41	86,9
<i>Trichoderma</i> sp. L-6 + <i>Trichoderma asperellum</i> D-11	137,03	91,4
<i>Trichoderma</i> sp. L-3 + <i>Trichoderma asperellum</i> D-11	137,12	91,4
<i>Trichoderma</i> sp. L-6 + <i>Trichoderma</i> sp. L-3	136,57	91,1
<i>Trichoderma</i> sp. L-6 + <i>Trichoderma</i> sp. L-3 + <i>Trichoderma asperellum</i> D-11	138,69	92,5
Контроль	104,54	69,7
НСП ₀₅	1,280	

В результате определения наиболее эффективной дозировки микробиологического компонента для разложения целлюлозосодержащего субстрата установлено, что на 40-е сутки во всех вариантах с применением микроорганизмов убыль массы (потеря веса) была выше в сравнении с контролем. Более эффективными были варианты с нормой расхода 1,0–2,0 л/т, обеспечившие убыль 43,5–50,2 % массы субстрата (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние нормы расхода образца микробиопрепарата (*Trichoderma* sp. L-6 + *Trichoderma* sp. L-3 + *Trichoderma asperellum* D-11) на убыль массы субстрата

Вариант опыта – норма расхода биопрепарата	Сутки биоде-струкции	Потеря веса	
		г	%
Вариант 1 – 0,5 л/т	40-е	114,90	38,3
	90-е	183,90	61,3
Вариант 2 – 1 л/т	40-е	130,61	43,5
	90-е	200,69	66,9
Вариант 3 – 1,5 л/т	40-е	139,77	46,6
	90-е	208,32	69,4
Вариант 4 – 2 л/т	40-е	150,73	50,2
	90-е	213,84	71,3
Контроль	40-е	108,50	36,2
	90-е	179,92	60,0
НСП ₀₅	40-е	5,351	
	90-е	6,360	

На 90-е сутки во всех вариантах с применением микробиологических агентов прослеживалась более интенсивная в сравнении с контролем убыль массы. Использование микробиопрепарата с нормой расхода 1,0–2,0 л/т оказалось более результативным – убыль массы составила 66,9–71,3 %.

Работа выполнена в рамках мероприятия 7 «Разработать и внедрить технологию производства органического удобрения на основе органической части твердых коммунальных отходов и целлюлозосодержащих материалов» подпрограммы 4 «Обеспечение инновационного развития отрасли жилищно-коммунального хозяйства» Государственной программы «Научно-инновационная деятельность Национальной академии наук Беларуси».

Заключение. В исследованиях эффективности препарата для улучшения компостирования органической части ТКО и целлюлозосодержащих материалов выявлено, что все штаммы грибов р. *Trichoderma* при моновнесении активизировали разложение целлюлозосодержащего субстрата на 86,7–89,5 %. Как оптимальная отобрана трехкомпонентная микробная композиция на основе штаммов грибов *Trichoderma* sp. L-3 + *Trichoderma* sp. L-6 + *Trichoderma asperellum* D-11, способствующая разложению целлюлозосодержащего субстрата до 92,5 %.

Наиболее эффективными нормами расхода препарата, которые обеспечили убыль массы субстрата на 66,9–71,3 %, были варианты с нормой расхода 1,0–2,0 л/т. Учитывая экономическую составляющую и значительную разницу в эффективности между вариантами целесообразно использовать дозировку препарата 1,0 л/т.

Список литературы

1. Коломбет, Л. В. Микофунгицид – препарат на основе *Trichoderma viride* для борьбы с болезнями растений / Л. В. Коломбет [и др.] // Бактериология. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 54–61.
2. Демидова, Н. А. Использование компостов на основе древесной коры в качестве удобрения при выращивании саженцев черной смородины / Н. А. Демидова, Б. А. Мочалов, М. Л. Бунтина ; Северный НИИ лесного хоз-ва // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. – 2013. – № 7 (160), вып. 24. – С. 43–49.
3. Dayanand, Sh. Bioconversion of flowers waste: Composting using dry leaves as bulking agent / Sh. Dayanand, D. Yadav Kunwar // Department of Civil Engineering, S.V. National Institute of Technology, Surat, Gujarat, India. – 2017. – Vol. 22, № 3. – P. 237–244.
4. Abdelhamid, Magdi T. Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and soil properties / Magdi T. Abdelhamid, Takatsugu Horiuchi, Shinya Oba // Bioresource Technology. – 2004. – Vol. 9, № 2. – P. 183–189.
5. Способ получения компоста : пат. 21700, Казахстан, МПК : C05F 11/08 / Х. Джамантиков, Е. Х. Джамантиков, И. Э. Смирнова, А. Б. Абжалелов, М. Х. Джамантикова. – Оpubл. 25.06.2009.

6. Sarker, T. C. Physico-chemical profile and microbial diversity during bioconversion of sugarcane press mud using bacterial suspension / T. C. Sarker [et al.] // Not. Sci. Biol. – 2013. – Vol. 5, № 3. – P. 346–353.

7. Bioconversion of empty fruit bunches (EFB) and palm oil mill effluent (POME) into compost using *Trichoderma virens* / R. Dayana Amira [et al.] // African J. of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10, № 81. – P. 18775–18780.

8. Способ переработки органических отходов : пат. 2 467 989 С2, МПК : С05А 11/08 / А. В. Кураков, В. С. Садыкова. – Опубл. 27.11.2012.

M. V. Fedarovich¹, D. V. Voitka¹, I. I. Poloz²

¹RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

²SSI «Institute of housing and communal services of the National Academy of Sciences of Belarus», Minsk

DEVELOPMENT OF A COMPOSITION OF MICROBIAL AGENTS FOR THE BIOCONVERSION OF MUNICIPAL SOLID WASTE AND CELLULOSE- CONTAINING MATERIALS IN THE PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZERS

Summary. The selection of a combination of *Trichoderma* genus fungi strains in terms of cellulolytic activity using organic substrates was carried out. The mixture of *Trichoderma* sp. L-3 + *Trichoderma* sp. L-6 + *Trichoderma asperellum* D-11 strains had the greatest cellulolytic activity – the decomposition of the substrate reached 92,5 %. The most effective dosage of this fungal mixture was a consumption rate of 1.0–2.0 l / t – on the 40th day, weight loss was 43,5–50,2 % of the substrate weight, on the 90s – 66,9–71,3 %.

Key words: bioconversion, composting, cellulose-containing substrates, *Trichoderma*, strains, cellulolytic activity.

С. И. Ярчаковская, Н. Е. Колтун

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

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

Аннотация. Применение экологически безопасной технологии защиты интенсивных насаждений черной смородины от вредителей в производственных условиях, включающей двукратное опрыскивание черной смородины фунго-акарицидным препаратом «ПСК», 25 % в. р., массовый отлов смородинной стеклянницы на феромонно-клеевые ловушки, опрыскивание кустов биопрепаратом битоксибациллин, снижает численность фитофагов на 63,5–83,0 %, поврежденность почек смородинным почковым клещом на 61,5 %, поврежденность побегов смородинной стеклянницей на 56,1 % и обеспечивает сохранение 5,7 ц/га урожая ягод и получение чистого дохода 482,8 руб/га.

Ключевые слова: черная смородина, вредители, биопрепараты, феромоны, биологическая эффективность.

Введение. Под ягодниками в Беларуси занято около 8 тыс. га, и ведущей ягодной культурой, как в промышленном, так и в частном секторе является черная смородина.

Урожайность ягодных культур не всегда стабильна и часто очень низкая, что во многом определяется потерями из-за повреждений вредными организмами.

В промышленных плодоносящих насаждениях смородины в Беларуси зарегистрировано более тридцати видов вредных организмов [4, 6]. Значительный вред культуре в интенсивных насаждениях в последние годы наносят клещи среди которых доминируют смородинный почковый (*Cecidophyopsis ribis* Westwood) и паутинный (*Tetranychus urticae* Koch.) клещи. вредят листогрызущие гусеницы [8]. Значительный вред культуре наносит смородинная стеклянница (*Synanthedon tipuliformis* Cl.), особенно в насаждениях, где проводится механизированная уборка урожая.

Для регулирования численности фитофагов в насаждениях ягодных культур проводятся обработки инсектицидами, что может привести к негативным экологическим и санитарно-гигиеническим последствиям, накоплению высокотоксичных органических соединений в почве и воде, ухудшению качества получаемой продукции. Одновременно

возникают проблемы резистентности вредных организмов, необходимости использования повышенных норм пестицидов, создания новых, более эффективных, но и более дорогих препаратов.

Кроме того применение химических средств защиты растений, на ягодниках нежелательно, что обусловлено их скороплодностью, потреблением ягод в свежем виде, использованием продукции в качестве сырья для детского и диетического питания.

Поэтому для обеспечения экологически безопасной защиты ягодников от фитофагов особую актуальность приобретают исследования по оценке эффективности экологически безопасных способов регулирования их численности.

Место и методика проведения исследований. Исследования проводили в РУП «Толочинский консервный завод» в течение 2020–2021 гг., на сорте черной смородины Титания, 2013 г. посадки. Учеты численности фитофагов проводили еженедельно, начиная с фазы «распускание почек» не менее чем на 10 кустах с каждой повторности. Численность, листогрызущих вредителей устанавливали путем подсчета количества фитофагов на 2 м ветвей, взятых равномерно с 4-х сторон каждого учетного куста [3].

Учеты численности паутинного клеща проводили на 25 листьях каждого учетного куста, почкового клеща – путем просмотра и подсчета на 25 кустах здоровых и заселенных клещом почек.

Поврежденность побегов смородиной стеклянницей определяли путем вырезки с последующим вскрытием 2–4-х летних побегов в каждом варианте (100 побегов в одной повторности) и подсчета количества гусениц вредителя в них. Для защиты черной смородины от смородиной стеклянницы использовали метод массового отлова имаго фитофага на феромонно-клеевые ловушки.

В опытах использовали СПФ смородиной стеклянницы «СИНВАБАТ», 1 мг на диспенсер (смесь (2E, 13Z)-2, 13-октадека-2, 13-диэнилацетата и (3E, 13Z)-октадека-13, 13-диэнилацетата), разработанного БГУ. Феромонно-клеевые ловушки типа Аттракон-А в количестве 25 на 1 га вывешивали через неделю после окончания цветения культуры в верхней части куста. Учеты в ловушках проводили регулярно через каждые 7 дней. Отловленных бабочек подсчитывали и удаляли с липкой поверхности [2].

Для защиты смородины от клещей использовали препарат фунго-акарицидный «ПСК, 25 % водный раствор (полисульфиды натрия). Для защиты культуры от листогрызущих вредителей применяли битоксибациллин, П, БА не менее 1500 ЕА/мг, содержание экзотоксина 0,6–1,0 % (спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин *Bacillus thuringiensis*, var. *thuringiensis*).

Производственная проверка технологии использования экологически безопасных средств защиты черной смородины от вредителей проводилась на 5 га черной смородины по следующей схеме:

1 вариант – двукратное опрыскивание ПСК, 25 % в.р. – 2,4 л/га; равномерное размещение 25 ловушек на 1 га; опрыскивание битоксибациллином, П, БА – 5 кг/га.

2 вариант – контроль (без обработки и вывешивания ловушек).

Повторность опыта двукратная, площадь опытного варианта 1 га, контрольного 0,5 га, количество учетных кустов на варианте – 20. Опрыскивания опытных участков ПСК и битоксибациллином проводили тракторным опрыскивателем с нормой расхода 600 л/га в следующие сроки: 1-е (ПСК) 7 мая – в фазе первых распускающихся цветков черной смородины; 2-е (ПСК) – 21 мая – конец цветения черной смородины; 3-е (битоксибациллин) – 28 мая – начало роста ягод.

Феромонно-клеевые ловушки развешивали в конце мая перед началом лета имаго смородиновой стеклянницы через неделю после окончания цветения, в верхнем ярусе кустов смородины. Для расчета биологической эффективности ПСК в борьбе со смородинным почковым клещом на модельных кустах были проведены учеты поврежденности почек вредителем до и после обработок. Биологическую эффективность оценивали по снижению поврежденности почек смородинным почковым клещом по сравнению с контролем.

Для определения биологической эффективности метода массового отлова, осенью, после опадания листьев черной смородины учитывали поврежденность побегов гусеницами вредителя, вырезая и затем, вскрывая по 200 2–4-х летних побегов в каждом варианте (100 побегов в одном повторении) и подсчитывали количество гусениц вредителя в них.

Урожай ягод для подсчета экономической эффективности разработанной технологии был собран в 2021 г., т. к. влияние клещей и стеклянницы на урожай проявляется через год.

Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа [1].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате фитосанитарного мониторинга плодоносящих насаждений смородины в РУП «Толочинский консервный завод» выявлено, что в насаждениях культуры доминировали смородинный почковый и паутинный клещи, смородинная стеклянница и листогрызущие гусеницы.

Установлено, что оптимальным периодом для борьбы с паутинным клещом является выход перезимовавших имаго, что наблюдается перед началом цветения смородины черной [8]. По литературным данным для защиты культуры от смородинного почкового клеща необходимо проведение двукратного опрыскивания в период миграции фитофага в новые

почки в следующие сроки: «начало цветения» (61 – по шкале ВВСН – начало миграции почкового клеща) и конец цветения (69 – по шкале ВВСН – массовая миграция почкового клеща) [5]. Первая обработка на вариантах опыта была проведена 7.05 в период начала миграции имаго почкового клеща из мест зимовки, и массового выхода перезимовавших имаго паутинного клеща. Количество почек, заселенных почковым клещом в этот период составляло 6,3–7,1 %, численность паутинного клеща колебалась от 4,7 до 5,1 особей в среднем на лист. Вторая обработка проведена через 14 дней (21.05) в период массовой миграции смородинного почкового клеща.

Учет, проведенный после листопада 4.10. 2020 г., показал, что на варианте применения ПСК, 25 % количество почек, заселенных клещом, составляло 2,0 %, по сравнению с 5,2 % в контрольном варианте (таблица 1). Поврежденность почек клещом в этот период снизилась на 61,5 %.

Эффективность препарата ПСК, 25 % против паутинного клеща через 14 дней после применения составила 63,5 % при исходной численности вредителя 4,7–5,1 особей на лист (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность ПСК в борьбе со смородинным почковым и паутинным клещами. РУП «Голочинский консервный завод» Витебская область, сорт Титания, 2020 г.

Вариант	Даты обработки	Численность подвижных особей паутинного клеща в среднем на лист		Биологическая эффективность, %	Повреждено почек смородинным почковым клещом, %		Биологическая эффективность, %
		до обработки	после обработки (17.05)		до обработки	после обработки (04.10)	
ПСК, 25 % в.р., 2,4 л/га	07.05 21.05	4,7	3,4	63,5	6,3	2,0	61,5
Контроль (без обработки)	–	5,1	10,3	–	7,1	5,2	–
НСР ₀₅		2,64	2,33		2,20	1,49	

Основываясь на биологических особенностях развития смородинной стеклянницы (отрождение самцов опережает отрождение самок на 6–7 дней, самки моногамны, самцы полигамны, бабочки маломигрантны) и высокой привлекательности синтетического полового феромона (СПФ) для самцов этого вредителя, нами был разработан метод массового отлова самцов феромонно-клеевыми ловушками, включающий равномерное размещение на 1 га 25 феромонно-клеевых ловушек [7, 9].

Как видно из таблицы 2, в результате равномерного размещения 25 феромонно-клеевых ловушек на 1 га за период лета смородинной стеклянницы было отловлено 675 самцов фитофага, поврежденность побегов гусеницами смородинной стеклянницы снизилась на 56,1 %

Таблица 2 - Биологическая эффективность массового отлова *Synanthedon tipuliformis* Cl. на феромонно-клеевые ловушки, РУП «Толочинский консервный завод» Витебская область, сорт смородины Титания, 2020 г.

Вариант	Количество бабочек, отловленных за период лета (23.05 – 1.09.2020 г.)	Повреждено гусеницами побегов, % (10.11.2020 г.)	Биологическая эффективность, %
25 ловушек на 1га	675	14,5	56,1
Контроль (без ловушек)	-	39,0	-
НСР ₀₅		9,47	

Для защиты черной смородины от листогрызущих вредителей с преобладанием розанной листовертки при численности фитофага 5,8–6,4 гусеницы на 2 м ветвей, применяли биопрепарат битоксибациллин, П, БА (5 кг/га), который показал высокую эффективность в борьбе с этим вредителем. Биологическая эффективность на 5-ый и на 10-ый день после обработки составила 82,7 и 83,0 % (таблица 3).

Таблица 3 -Эффективность биопрепарата битоксибациллин против розанной листовертки, РУП «Толочинский консервный завод», Витебская область, сорт смородины Титания, 2020 г.

Вариант	Дата обработки	Количество гусениц в среднем на 2 м ветвей			Биологическая эффективность, %	
		до обработки 17.05	после обработки		23.05	28.05
			23.05	28.05		
Битоксибациллин, П, БА не менее 1500 ЕА/мг-5 кг/га	28.05	6,4	0,8	0,6	82,7	83,0
Контроль без обработки	-	5,8	4,2	3,2	-	-
НСР ₀₅		1,38	1,90	1,25		

Проведенный сбор урожая с вариантов опыта показал, что сохраненный урожай ягод на варианте экологически безопасной защиты смородины от вредителей составил 5,7 ц/га по сравнению с контролем. Чистый доход – 482,8.руб/га (таблица 4).

Таким образом, двукратное опрыскивание плодоносящих насаждений черной смородины ПСК против паутинного и смородинного почкового клещей, массовый отлов смородинной стеклянницы на феромонно-клеевые ловушки и обработка насаждений битоксибациллином обеспечили прибавку урожая 5,7 ц/га, чистый доход 482 руб/га и получение экологически чистой продукции.

Таблица 4-Хозяйственная и экономическая эффективность экологически безопасной системы защиты черной смородины от вредителей РУП «Голочинский консервный завод», Витебская область, сорт Титания, 2021г.

Вариант	Урожай ягод в среднем на 1 куст, кг	Урожай ягод в пересчете на 1 га, ц	Сохраненный урожай, ц/га	Стоимость прибавки урожая, руб/га	Заграты на обработки, размещение ловушек и уборку дополнительной продукции, руб/га	Чистый доход, руб/га
ПСК 25 % в.р., 2,4л/га + 25 ловушек на 1 га + Битокси-бациллин,П, БА не менее 1500 ЕА/мг – 5 кг/га	0,56	16,8	5,7	1425	942,8	482,2
Контроль (без вывешивания ловушек и обработок)	0,37	11,1		-	-	-
НСР ₀₅	0,077					

Заключение. В производственных опытах установлено, что применение экологически безопасной технологии защиты черной смородины от вредителей, включающей двукратное опрыскивание черной смородины фунго-акарицидным препаратом «ПСК», 25 % в. р. (полисульфиды натрия) перед самым цветением и сразу после цветения культуры, массовый отлов смородинной стеклянницы на феромонно-клеевые ловушки и опрыскивание кустов через неделю после цветения биопрепаратом битоксибациллин против листогрызущих вредителей, снижает численность паутинного клеща на 63,5 %, поврежденность почек почковым клещом на 61,5 %, поврежденность побегов смородинной стеклянницей на 56,1 %, численность листогрызущих гусениц на 83,0 % и обеспечивает сохранение 5,7 ц/га урожая ягод, получение чистого дохода 482,2.руб/га.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Koltun, N. Mass catching of pests by pheromone glue traps in small-fruit plantations of Belarus / N. Koltun, S. Jarchakovskaya // Workshop on pest and weed control in sustainable fruit production : Program, abstracts and list of participants. – Skierniewice, Poland, 2005. – P. 36.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Науч.-практ. центр НАН по земледелию ; сост. Л. И. Прищепа, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.

4. Справочник вредителей плодовых и ягодных культур / Э. И. Хотько [и др.]. – Минск : [б. и.], 2005. – 260 с.
5. Степанова, Н. А. Особенности развития и вредоносности почкового клещана черной смородине / Н. А. Степанова // Вестн. аграр. науки. – 2018. – № 3. – С. 139–145.
6. Ярчаковская, С. И. Вредители смородины и крыжовника / С. И. Ярчаковская // Ахова раслін. – 2000. – № 1. – С. 20–21.
7. Ярчаковская, С. И. Меры борьбы со смородинной стеклянницей (*Synanthedon tipuliformis* Cl.) в Беларуси / С. И. Ярчаковская, Н. Н. Безрученюк // Защита растений : сб. науч. тр. / БелНИИЗР ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2002. – Вып. XXIV. – С. 15–23.
8. Ярчаковская, С. И. Снижение вредоносности клещей на черной смородине / С. И. Ярчаковская, Н. Е. Колтун, Р. Л. Михневич // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 45. – С. 230–235.
9. Jarcakovskaja, S. Attractiveness of pheromones synthesized in Belarus / S. Jarcakovskaja, N. Koltun, R. Mikhnevich // V kongres o zastiti bilja : zbornik rezimea, Zlatibor, 22–26 novembar 2004 g. = V Congress of plant protection : book of abstracts. – Belgrad, 2004. – S. 231.

S. I. Yarchakovskaya, N. E. Koltun

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

EFFICIENCY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PROTECTION OF BLACK CURRANT FROM PESTS

Annotation. The use of environmentally friendly technology for protecting intensive blackcurrant plantations from pests under production conditions, including double treatment of blackcurrant with the fungo-acaricidal preparation «PSK», 25% of w.s., mass capture of currant clearwing moth with pheromone-sticky traps, spraying of bushes with the biopreparation bitoxibacillin reduce the number of phytophages by 63.5-83.0%, damage caused to buds by currant big mite by 61.5%, damage caused to shoots by currant clearwing moth by 56.1% and ensure the preservation of 5.7 c/ha of berry yield and a net income of 482.8 rubles/ha.

Key words: black currant, pests, biopreparations, pheromones, biological efficiency.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 633.853.494:632.95(476)

А. А. Запрудский¹, Д. Ф. Привалов¹, Ю. К. Шашко²

¹РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

²РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА РАПСЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

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

Аннотация. В статье представлен мониторинг фитосанитарной ситуации в посевах рапса, обуславливающий необходимость проведения защитных мероприятий против комплекса вредных организмов. Проведен ретроспективный анализ применения химических средств защиты растений на рапсе в Республике Беларусь. Выявлены тенденции по использованию действующих веществ различных видов и классов средств защиты растений, зарегистрированных в Беларуси в посевах культуры.

Ключевые слова: озимый рапс, яровой рапс, защита растений, химические средства защиты растений, действующие вещества.

Введение. В Республике Беларусь рапс (озимая и яровая форма) является ведущей масличной сельскохозяйственной культурой. За последние 10 лет площадь возделывания культуры в нашей стране колеблется в пределах 300–320 тыс. га, при валовом сборе маслосемян 700–950 тыс. тонн в основном за счет озимого рапса. Вместе с тем для стабилизации объемов производства, в технологии возделывания культуры проведение защитных мероприятий против вредителей, болезней и сорных растений, играет ключевую роль.

Ежегодный мониторинг фитосанитарной ситуации указывает, что в посевах встречаются: фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* L. Vill.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), ярутка полевая, пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L. Medic.), марь белая (*Chenopodium album* L.), дрема белая (*Silene latifolia* Mill.), пырей ползучий (*Elymus*

repens L. Gould), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) и другие виды сорных растений. Из вредителей наибольший вред посевам культуре наносят большой рапсовый (*Ceutorrhynchus napi* G.) и стеблевой капустный (*Ceutorrhynchus quadridens* P.) скрытнохоботники, рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.), семенного скрытнохоботника (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) стручковым комариком (*Dasyneura brassicae* W.), рапсовый пилильщик (*Athalia colibri* C.), капустная моль (*Plutella maculipennis* (Curt.)) и др.

Фитопатологический анализ семян рапса указывает на высокую инфицированность следующими возбудителями болезней в период вегетации: альтернариоз (*Alternaria* spp.), фомоз (*Phoma lingam* (Tode) Desm.), цилиндроспориоз (*Cylindrosporium concentricum* Grev.), фузариоз (*F. oxysporum* f. *brassicae*), пероноспороз (*Peronospora brassicae* Gaeum.). Доминирующими болезнями в период вегетации рапса являются альтернариоз, склеротиниоз (*Sclerotia sclerotiniorum* (Lib.) de Bary), серая гниль (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) и др.

Принимая во внимание высокую вредоносность фитофагов, фитопатогенов и сорных растений в агроценозе рапса, химический метод борьбы является наиболее эффективным с экономической точки зрения. Вместе с тем наличие большого перечня средств защиты растений применяемого в агроценозе рапса и включенного в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», обуславливает необходимость в проведении анализа их ассортимента с учетом химического класса и механизма действия.

Материалы и методы проведения исследований. Торговое название средств защиты растений, зарегистрированных на рапсе, их препаративные формы, действующие вещества и нормы расхода были взяты из «Государственных реестров средств защиты и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» за период с 1995 по 2023 г. [1–10]. Под понятием «период жизни» действующего вещества подразумевается период от его включения в Базу данных о свойствах пестицидов Pesticide Properties DataBase (PPDB) до конкретного упоминания в «Государственном реестре...» советующего года издания. Год регистрации в PPDB брали на сайте Rupest.ru [11]; название класса действующих веществ – на сайте Pesticidy.ru [12]. Рекомендованные цены на средства защиты растений на 2023 г. брали на сайте Министерства сельского хозяйства и продовольствия [13]. Под уникальным действующим веществом понимается то, которое входит в состав хотя бы одного препарата, как однокомпонентного, так и многокомпонентного. Соответственно, неуникальные могут входить в состав нескольких препаратов.

Результаты и их обсуждение. Анализ показал, что в «Государственный реестр...» [1–10] на рапсе включены следующие виды средств защиты растений: протравители, фунгициды, инсектициды, гербициды (с включением глифосатов), регуляторы роста (с 2008 г.) и десиканты (в качестве выделенной группы в 1995 г. и с 2017 г.) (рисунок 1).

С 2000 г. наблюдается устойчивый рост количества зарегистрированных на рапсе препаратов. Особенно быстро росло количество гербицидов (без глифосатов в 2023 г. было зарегистрировано 77 уникальных препаратов), фунгицидов (61 препарат) и инсектицидов (58 препаратов). Гербициды с действующими веществами из класса глифосатов стабилизировались по количеству с 2008 г. и были представлены в количестве 23–31 наименование.

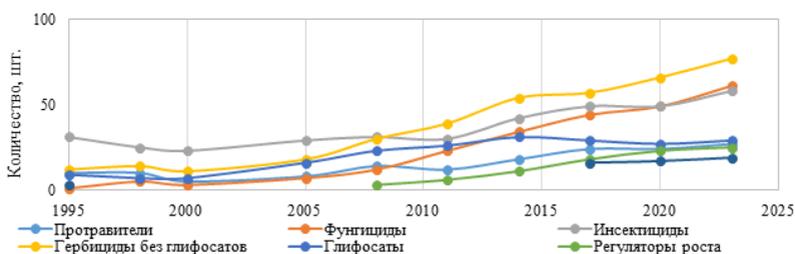


Рисунок 1 – Динамика средств защиты растений (по видам), разрешенных к применению на рапсе в Республике Беларусь

Если проанализировать количество действующих веществ в зарегистрированных на рапсе препаратов для предпосевной обработки семян (протравители), фунгицидах, инсектицидах и гербицидах, то результат не такой впечатляющий: рост количества есть, но с 2014 г. значительно меньший. В 2023 г. было зарегистрировано по 24 уникальных действующих вещества по всем видам средств защиты растений (23 по гербицидам + глифосат) (рисунок 2).

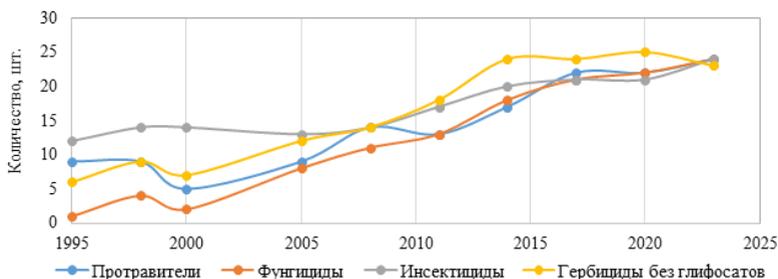


Рисунок 2 – Динамика уникальных действующих веществ в средствах защиты растений, зарегистрированных на рапсе в Республике Беларусь

С 1995 по 2023 г. количество уникальных действующих веществ увеличилось почти в 4 раза с 29 до 96 шт. В случае с фунгицидами их количество увеличилось в 25 раз. Это связано с тем, что в результате резкого увеличения стоимости разработки резко сократился темп синтеза новых действующих веществ. После окончания патентной защиты любой производитель может использовать действующие вещества разных производителей в своих препаратах. Кроме того, очень обострилась ситуация с резистентностью вредных организмов к монокомпонентным пестицидам. Все это привело к тому, что фирмам-производителям проще и эффективнее не разрабатывать новые действующие вещества, а идти путем перекомбинации уже существующих веществ. Это привело к бурному развитию дженерических компаний-производителей и значительному расширению ассортимента препаратов, что, в свою очередь, привело к усложнению работы конечных агрономов по защите растений. С другой стороны, опытный специалист может подобрать препарат, в котором содержатся вещества со спектром действия максимально подходящие под присутствующий на конкретном поле круг вредных объектов. Причем потенциальные препараты будут отличаться по цене, что позволит минимизировать расходы сельскохозяйственного предприятия.

Подтверждением факта замедления темпов создания новых действующих веществ служит увеличение срока использования действующих веществ (таблица 1). Если рассматривать все действующие вещества с глифосатами, то средний их срок использования в 1995 г. составлял 20,9 года, а по инсектицидам – 13,8 (что является крайне небольшим сроком, учитывая длительный период регистрационных исследований в разных странах). Однако, в 2023 г. средний срок использования действующих веществ составил уже 37,9 лет, т.е. больше почти в два раза.

Таблица 1 – Динамика срока использования действующих веществ средств защиты растений, зарегистрированных на рапсе в Республике Беларусь

Год	Средний срок использования действующих веществ, лет						
	протравители	фунгициды	инсектициды	гербициды (без глифосатов)	глифосаты	среднее (без глифосатов)	среднее (с глифосатами)
1995	28,8	19,0	13,8	21,7	21,0	20,8	20,9
1998	31,8	16,3	18,0	19,4	24,0	21,4	21,9
2000	36,8	15,5	19,5	19,4	26,0	22,8	23,4
2005	34,4	20,7	24,3	21,5	31,0	25,2	26,4
2008	31,3	18,8	27,5	25,9	34,0	25,9	27,5
2011	32,2	23,4	24,5	25,9	37,0	26,5	28,6
2014	29,3	25,3	28,9	28,3	40,0	28,0	30,4
2017	30,5	25,9	31,5	31,7	43,0	29,9	32,5
2020	33,5	28,0	32,7	35,4	46,0	32,4	35,1
2023	36,6	30,4	35,9	37,4	49,0	35,1	37,9

Отдельно стоит упомянуть, что в Беларуси до сих пор «трудятся» 14 действующих веществ старше 45 лет на 2023 г. (таблица 2). Самым «старым» действующим веществом является тирам, который был зарегистрирован в качестве фунгицидного протравителя в 1941 г. Одному из наиболее распространенных гербицидов в 2024 г. исполнится юбилей – 50 лет! Самым «молодым» действующим веществом среди протравителей является циантранилипрол, который был зарегистрирован в РРДВ в 2008 г. (срок использования 15 лет), среди фунгицидов – изопиразам и флуопирам (15 лет), инсектицидов – хлорантранилипрол (16 лет) и гербицидов – аминопириалид (18 лет).

Таблица 2 – Действующие вещества старше 45 лет входящие в состав средств защиты растений, зарегистрированных на рапсе в Республике Беларусь (данные на 2023 г.)

Действующее вещество	Год регистрации в РРДВ	Срок использования, лет
Тирам	1945	78
Диметоат	1957	66
Пиклорам	1963	60
Тибендазол	1963	60
Хлорпирифос	1965	58
Карбоксин	1969	54
Напропамид	1970	53
Глифосат	1974	49
Карбендазим	1974	49
Метамитрон	1975	48
Метолахлор	1976	47
Триадимефон	1976	47
Диметахлор	1977	46
Клопиралид	1977	46

Несмотря на большой ассортимент средств защиты растений, зарегистрированных на рапсе в Республике Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия рекомендует цены не на весь ассортимент [13] (таблица 3). Это может объясняться тем, что часть препаратов может по тем или иным причинам отсутствовать на рынке.

Средняя рекомендованная цена по фунгицидам, инсектицидам и протравителям (как производного первых двух групп) была приблизительно одинаковой, в пределах 45,3–48,6 долл. США за 1 л (кг) (таблица 3). Гербициды в среднем стоили 77,0, а глифосаты – 15,5 долл. США за 1 л (кг), при условиях покупки с предоплатой. Разница в цене по-видимому обусловлена уровнем сложности химического синтеза различных классов действующих веществ.

Таблица 3 – Рекомендованные цены на средства защиты растений, зарегистрированных на рапсе в Республике Беларусь в 2023 г.

Средства защиты растений	Количество препаратов			Средняя цена, долл. США за 1 л (кг)*
	зарегистрировано в реестре, шт.	рекомендованные цены МСХП, шт.	%	
Протравители	26	17	65,4	45,7
Фунгициды	61	50	82,0	45,3
Инсектициды	58	43	74,1	48,6
Гербициды**	77	57	74,0	77,0
Глифосаты	29	15	51,7	15,5
Итого	251	182	72,5	

* – цены приведены на условиях предоплаты;** – без учета глифосатов.

Характеристика действующих веществ фунгицидов, зарегистрированных на рапсе в 2023 г. представлена в таблице 4. Всего на данный период на рапсе был зарегистрирован 61 препарат, которые содержали 114 неуникальных действующих веществ (таблицы 4).

Это говорит о том, что большинство препаратов многокомпонентные. Большая часть фунгицидов содержит 2 или 3 действующих вещества. Однако количество уникальных веществ ограничено, следовательно, одно и то же вещество входит в состав различных фунгицидов. Например, тебуконазол входит в состав 25 препаратов, а азоксистробин – 15.

В целом, среди действующих веществ фунгицидов преобладают два класса: более «старый» – триазолы, занимающие 69,3 % от состава препаратов (средний срок использования 35,2 года), и более «молодой» – стробилурины, занимающие 18,4 % (средний срок использования 23,4 года). Кроме того, значительно реже встречаются карбоксамиды, морфолины и другие классы. Наиболее «молодыми» являются изопиразам из класса карбоксамидов и флуопирам из класса бензамидов – оба зарегистрированы в РРДВ в 2008 г.

Большое количество компонентов в фунгицидах не в последнюю очередь связано с необходимостью расширения спектра действия препаратов, а также борьбой с возникновением резистентности у вредных объектов. Известно, что действующие вещества из класса стробилуринов являются ингибиторами цитохрома b1 в митохондриях фитопатогенов, тем самым блокируя процесс выработки энергии. Это очень узкий этап биосинтеза, который контролируется 1 геном, поэтому мутации, даже точечные могут помочь грибу обойти данную блокировку что приводит к очень быстрому возникновению резистентности [14]. В связи с этим стробилурины не применяются в чистом виде. С ними в составе фунгицидов должны быть вещества ингибирующие другие пути биосинтеза в клетках патогена (чаще всего это триазолы), в этом случае риск развития резистентности значительно снижается.

Таблица 4 – Характеристика действующих веществ фунгицидов, зарегистрированных на рапсе, 2023 г.

Действующее вещество	Класс	Год регистрации в РРДВ	Срок использования, лет	Количество, шт.*	% от общего количества
Дифеноконазол	Триазолы	1989	34	9	
Метконазол		1994	29	3	
Паклобутразол		1986	37	1	
Пропиконазол		1980	43	10	
Протикоконазол		2002	21	10	
Тебуконазол		1988	35	25	
Триадимефон		1976	47	1	
Флутриафол		1981	42	9	
Ципроконазол		1989	34	8	
Эпоксиконазол		1993	30	3	
				35,2	79
Азоксистробин	Стробилурины	1992	31	15	
Димоксистробин		2003	20	1	
Пикоксистробин		2001	22	1	
Пиракlostробин		2000	23	3	
Флуоксастробин		2002	21	1	
			23,4	21	18,4
Боскалид	Карбоксамиды	2002	21	4	
Изопиразам		2008	15	1	
				5	4,4
Спироксамин	Морфолины			1	
Фенпропиморф		1983	40	1	
				2	1,8
Другие				9	6,1
Всего				114	

* – здесь и далее имеется в виду общее количество упоминаний о вхождении уникального действующего вещества в различные препараты.

Не меньшей проблемой может стать использование триазолов, особенно монопрепаратов. Так в 2023 г. 25 из 68 фунгицидов на рапсе содержат действующее вещество тебуконазол, кроме того, он входит в состав 3 протравителей. 4 фунгицида (Букат 500, КС, Колосаль, КЭ, Ориус 250, ВЭ, Титаниум 250, ВЭ) и 1 протравитель Тебу 60, МЭ содержат только тебуконазол. Все это способствует возникновению резистентности и требует обязательного соблюдения всех элементов системы управления резистентностью (СУР), которая включает [15]:

1. Правильный выбор фунгицидов и их рациональное использование (комбинирование препаратов с моносайтовыми и мультисайтовыми действующими веществами);

2. Обработка фунгицидами с разными механизмами действия, чтобы при развитии устойчивости к одному из них патоген попадал под контроль препарата-партнера с другим механизмом действия, а также периодическая ротация препаратов с разными механизмами действия;

3. Строгое соблюдение регламентов на суммарную дозу и число обработок согласно инструкции по способу применения препарата, а также рекомендованных норм расхода.

4. Большое значение придается выбору устойчивых сортов, севообороту (предшественник не должен способствовать накоплению инфекции), агротехнике, адекватной району возделывания культуры, чтобы избежать недостаточного или чрезмерного орошения и/или внесения удобрений, поскольку и то, и другое может стимулировать развитие болезней.

Эти элементы СУР будут распространяться и на другие вредные объекты.

Характеристика действующих веществ инсектицидов, зарегистрированных на рапсе. Среди действующих веществ инсектицидов на рапсе до сих пор присутствуют представители класса фосфорорганических веществ (16 %) со средним сроком использования 52 года (таблица 5).

Тем не менее, преобладают вышедшие после ФОСов пиретроиды (40,7 %) и еще более «молодые» неоникотиноиды (33,3 %). Самыми новыми веществами является пиретроид гамма-цигалотрин (2003 г. регистрации в РРДВ) и неоникотиноид клотианидин (2002 г.).

Всего в Беларуси на рапсе зарегистрировано 58 инсектицидов, в их состав входит 81 неуникальное действующее вещество. Из 58 препаратов большинство однокомпонентные, а также 18 двухкомпонентных и 3 трехкомпонентных. Как и в случае с фунгицидами в состав многокомпонентных препаратов входят вещества с различными механизмами действия. Широкое распространение пиретроидов привело появлению множества групп насекомых с населения с различными уровнями резистентности во всем мире [16]. Двумя основными механизмами устойчивости к пиретроидам являются повышенная детоксикация за счет P450-монооксигеназ и мутации в гене потенциал-чувствительного натриевого канала (Vssc). В результате пиретроиды чаще применяются с другими веществами.

Характеристика действующих веществ протравителей семян, зарегистрированных на рапсе. Протравители семян могут быть фунгицидного, инсектицидного и комбинированного типа. В «Государственном реестре...» 2023 г. включено 11 протравителей фунгицидного, 11 – инсектицидного и 4 – комбинированного типа [10]. Среди действующих веществ фунгицидного типа преобладают триазолы, 14,4 % (таблица 6), среди инсектицидных – неоникотиноиды, 28,8 %.

Таблица 5 – Характеристика действующих веществ инсектицидов, зарегистрированных на рапсе, 2023 г.

Действующее вещество	Класс	Год регистрации в РРДВ	Срок использования, лет	Количество, шт.	% от общего количества
Альфа-циперметрин	Пиретроиды	1985	38	6	
Бета-циперметрин		1989	34	1	
Бифентрин		1984	39	4	
Гамма-цигалотрин		2003	20	1	
Дельтаметрин		1984	39	5	
Зета-циперметрин		1984	39	2	
Лямбда-цигалотрин		1985	38	8	
Тау-флюваленаг		1985	38	1	
Циперметрин		1977	46	4	
Эсфенвалерат		1987	36	1	
				36,7	33
Ацетамиприд	Неоникотиноиды	1995	28	12	
Имидаклоприд		1991	32	4	
Клотианидин		2002	21	3	
Тиаклоприд		1999	24	7	
Тиаметоксам		1997	26	1	
			26,2	27	33,3
Диметоат	ФОС*	1957	66	5	
Малатион		1991	32	2	
Хлорпирифос		1965	58	6	
			52,0	13	16,0
Другие				8	9,9
Всего				81	

* – фосфорорганические соединения.

Также в качестве фунгицида использовались имидазолы – 8,8 %, дитиокарбонат, стробилурины и бензимидазолы – по 6,7 %. Складывается впечатление, что фирмы-производители относятся к разработке протравителей по остаточному принципу по сравнению с препаратами других видов. Как отмечалось выше, протравители даже не вынесены в отдельную группу, по которой собирается статистка FAO, что говорит о небольшом объеме их производства. В Беларуси действующие вещества в зарегистрированных протравителях на рапсе всегда были относительно «старыми». Так, если средний срок использования инсектицидов

в 1995 г. составлял 13,8 лет, фунгицидов – 19,0, гербицидов – 21,7, то протравителей 28,3 г. (таблица 1). Протравители были самой «старым» видом пестицидов до 2014 г. Производители объясняют данный факт тем, что им не очень выгодно вкладываться в разработку и производство новых протравителей так как объем их применения незначителен. При средней норме расхода протравителей на 1 тонну семян рапса в 2023 г. 6,2 л и нормой высева 4 кг/га, средний расход препарата будет 0,00248 л/га (около 10 тони на все посевные площади рапса в Беларуси).

Таблица 6 – Характеристика действующих веществ протравителей семян, зарегистрированных на рапсе, 2023 г.

Действующее вещество	Класс	Год регистрации в РРДВ	Срок использования лет	Количество, шт.	% от общего количества
Действующие вещества фунгицидного типа					
Дифеноконазол	Триазолы	1989	34	1	
Ипконазол		1994	29	2	
Тебуконазол		1988	35	3	
Тритриконазол		1988	35	2	
Флутриафол		1981	42	2	
Ципроконазол		1989	34	1	
			34,8	11	24,4
Имазалил	Имидазолы	1977	46	2	
Прохлораз		1980	43	2	
			44,5	4	8,8
Тирам	Дитиокарбаматы	1945	78	3	6,7
Азоксистробин	Стробилурины	1992	29	1	
Флуоксастробин		2002	21	2	
			42,7	3	6,7
Карбендазим	Бензимидазолы	1974	49	1	
Тиабендазол		1963	60	2	
			54,5	3	6,7
Другие				5	11,0
Действующие вещества инсектицидного типа					
Ацетамиприд	Неоникотиноиды	1995	28	1	
Имидаклоприд		1991	32	9	
Клотианидин		2002	21	2	
Тиаметоксам		1997	25	1	
			26,5	13	28,8
Другие				3	6,6
Всего				45	

Характеристика действующих веществ гербицидов, зарегистрированных на рапсе. Если вывести глифосаты в отдельную категорию, то на рапсе среди действующих веществ зарегистрированных гербицидов преобладают всего два: пиридинкарбоксамид клопиралид (входит в состав 19 препаратов) и метазахлор (18 препаратов) (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика действующих веществ гербицидов, зарегистрированных на рапсе, 2023 г.

Действующее вещество	Класс	Год регистрации в РРДВ	Срок использования лет	Количество, шт.	% от общего количества	
Глифосат	ФОС	1974	49	29	22,7	
Диметахлор	Амиды, Хлорацетанилиды (хлорацетамиды)	1977	46	2		
Диметенамид-П		1999	24	2		
Метазахлор		1982	41	18		
Метолахлор		1976	47	1		
Прописохлор					3	
				39,5	26	20,3
Клопиралид	Пиридинкарбоксамиды	1977	46	19	14,8	
Пропаквизафоп	Арилоксифенок- си-пропионаты	1991	32	1		
Феноксапроп-П-этил		1990	33	1		
Хизалофоп-П-тефурил		1989	34	1		
Хизалофоп-этил		1989	34	7		
			39,5	10	7,8	
Аминопиралид	Аминопиридины	2005	18	3		
Пиклорам		1963	60	7		
			39	10	7,8	
Клетодим	Циклогександионы	1987	36	5		
Циклосидим		1989	34	1		
			35	6	4,7	
Имазамокс	Имидазолины	2001	22	6	4,7	
Квинмерак	Квинолины	1993	30	6	4,7	
Другие				16	12,5	
Всего				128		

Причем клопиралид представлен в 8 гербицидах в качестве единственного действующего вещества (Агрон, ВР, Брис, ВДГ, Клорит, ВР, Лонтрел Гранд, ВДГ, Лонтагро, ВР, Лорнет, ВР и Хакер, ВРГ), метазахлор также в восьми (Бугизан 400, к.с., Кардинал 500, КС, Метаза 500, КС, Мецца 500, КС, Сириус, КС, Султан 50, КС, Султан ТОП, КС, Эмбарго, КС). Данные факты, а также значительные объемы применения глифосатов способствуют возникновению популяций сорной растительности, устойчивых к гербицидам [17–19].

Заключение.

1. Анализ фитосанитарной ситуации в посевах рапса (озимая и яровая формы) свидетельствует о необходимости проведения защитных мероприятий против комплекса вредных организмов. Ключевую роль здесь играет качественное применение средств защиты растений включенных в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

2. На современном этапе развития химической отрасли резко снизились темпы по разработке новых действующих веществ в составе всех видов средств защиты растений. Фирмы-производители при создании новых пестицидов, как правило, идут путем перекомбинации уже существующих действующих веществ.

3. Для снижения рисков возникновения резистентности вредных объектов к наиболее распространенным классам действующих веществ (триазолы, стробилурины, пиретроиды, неоникотиноиды амиды, пиридинкарбоксамиды и др.) следует неукоснительно соблюдать все элементы системы управления резистентностью.

Список литературы

1. Средства защиты и регуляторы роста растений : (Справ. пособие) / Госхимкомиссия ; сост. А. П. Коробач [и др.]. – Минск : Беларусь-Информ-Сервис, 1995. – 231 с.

2. Средства защиты и регуляторы роста растений : (Список препаратов, разрешенных для применения в Республике Беларусь) / Минсельхозпрод РБ, Респ. гос. станция защиты растений. – Минск : [б. и.], 1998. – 304 с.

3. Каталог пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь на 2000–2010 годы / авт.-сост. А.В Будько [и др.]; Минсельхозпрод РБ, Респ. гос. станция защиты растений. – Минск : Ураджай, 2000. – 295 с.

4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь : справ. изд. / авт.-сост. Р. А. Новицкий [и др.]; Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Минск : Белбланквуд, 2008. – 460 с.

5. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. Л. В. Плешко [и др.]. – Минск : Бизнесовсет, 2011. – 544 с. – (Прилож. к журн. «Земляробства і ахова раслін». – 2011. – № 6.)

6. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь : справ. изд. / авт.-сост. Л. В. Плешко [и др.]; Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Минск : [б. и.], 2014. – 628 с.

7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Промкомплекс, 2017. – 688 с.

9. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Промкомплекс, 2020. – 742 с.

10. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Минсельхозпрод РБ, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2023. – 803 с.

11. Список пестицидов с описанием Rupest [Электронный ресурс] // RuPest.ru. – Режим доступа: <https://rupest.ru/ppdb/spisok-pestitsidov-s-opisaniem-po-dv.html#n10>. – Дата доступа: 31.01.2024.

12. Пестициды [Электронный ресурс] // Пестициды.ru. – Режим доступа: <https://www.pesticidey.ru/>. – Дата доступа: 31.01.2024.

13. Цены на средства защиты растений. 2023 г. [Электронный ресурс] // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://mshp.gov.by/ru/prices_him-ru/. – Дата доступа: 07.02.2024.

14. Тютюрев, С. Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам // Вестн. защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 38–53.

15. Щербакова, Л. А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов (обзор) // С.-х. биология. – 2019. – Т. 54, № 5. – С. 875–891.

16. Smith, L. B. Pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Important mosquito vectors of human diseases / L. B. Smith, S. Kasai, J. G. Scott // *J. Pesticide Biochemistry and Physiology*. – 2016. – Vol. 133. – P. 1–12.

17. Green, J. M. Current state of herbicides in herbicide-resistant crops / J. M. Green // *Pest Management Science*. – 2014. – Vol. 70, iss. 9. – P. 1351–1357.

18. Characterization of clopyralid resistance in lawn burweed (*Soliva sessilis*) / H. Ghanizadeh [et al.] // *Public Library of Science (PLOS)*. – 2021. – Vol. 16, № 6. – P. 1–18.

19. Mamy, L. Environmental fate of herbicides trifluralin, metazachlor, metamitron and sulcotrione compared with that of glyphosate, a substitute broad-spectrum herbicide for different glyphosate-resistant crops / L. Mamy, E. Barriuso, B. Gabrielly // *Pest Management Science*. – 2005. – Vol. 61, iss. 9. – P. 905–916.

A. A. Zaprudsky¹, D. F. Privalov¹, Yu. K. Shashko²

¹RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

²RUE «Institute of Soil Science and Agrochemistry», Minsk

ANALYSIS OF APPLICATION OF PLANT PROTECTION CHEMICAL PRODUCTS TO RAPE IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The paper presents the monitoring of the phytosanitary situation in rape, which requires protective measures against a complex of pests. A retrospective analysis of the application of chemical plant protection products to rape was conducted in the Republic of Belarus. The trends in the use of active ingredients of various types and classes of plant protection products registered in Belarus were identified.

Key words: winter rape, spring rape, plant protection, plant protection chemical products, active ingredients.

*П. М. Кислушко, Е. А. Мышкевич, С. А. Арашкович, М. П. Лосева
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

ОСОБЕННОСТИ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д. В.

Аннотация. Проведены исследования по разработке способов пробоподготовки образцов почвы с различным содержанием органического вещества при определении остаточных количеств пестицидов химических классов: триазины, симм-триазины, нитро-ксилидины, фенил-карбаматы, пирролидоны, толуидины методом газожидкостной хроматографии. Представлена схема пробоподготовки образцов почв с различным содержанием органического вещества (2, 30, 70 %), извлечение изучаемых действующих веществ составило 75,7–97,3 %.

Ключевые слова: газожидкостная хроматография, пробоподготовка, экстракция, очистка экстрактов, остатки пестицидов, почва.

Введение. Экологическая оценка комплексных систем защиты растений предусматривает контроль за возможным накоплением остаточных количеств пестицидов в различных объектах окружающей среды, в том числе и в почве. При современных способах применения пестицидов на полевых культурах в почву попадает не менее 30 % пестицидов при обработке вегетирующих растений и 100 % при внесении гербицидов до посева или до всходов культуры.

Определение остаточных количеств пестицидов в почве сопряжено с рядом методических трудностей. Наличие в почве неорганических и органических соединений с высокой сорбционной активностью затрудняет и осложняет процессы экстракции, а наличие гидрофильных и гидрофобных органических веществ (вещества гуминовой природы, полифенолы и др.) требует разработки сложных и дорогостоящих способов очистки экстрактов перед проведением анализа методом газожидкостной или высокоэффективной жидкостной хроматографией. Ряд пестицидов, обладающих комплексоновыми свойствами (например,

глифосат), настолько прочно связываются с компонентами почвы, что практически не экстрагируются органическими растворителями.

При определении остаточных количеств пестицидов в почве используются органические растворители (этилацетат, хлороформ, ацетон), а также смеси органических растворителей различной полярности. Широкое распространение получили способы экстракции пестицидов из почвы с использованием смесей ацетона и воды или водных растворов солей [1]. Такие способы дают достаточно хороший эффект на почвах с невысоким содержанием органического вещества (до 8-10 %). При более высоком содержании органического вещества возникают серьезные проблемы с извлечением пестицида из почвы, а также с последующей очисткой полученного экстракта.

Необходимо отметить, что при определении остаточных количеств пестицидов (особенно в растительной продукции и почве) наиболее существенные затраты (свыше 60 % от стоимости анализа) приходятся на этап пробоподготовки (экстракция, очистка экстрактов, приготовление, при необходимости, химических производных определяемого соединения). При этом очень часто используются дорогостоящие и дефицитные импортные расходные материалы (картриджи для очистки экстрактов, сорбенты, реактивы для синтеза производных).

В этом плане проведение исследований по разработке эффективных и экономически обоснованных способов пробоподготовки образцов почвы с различным содержанием органического вещества для определения остаточных количеств пестицидов является актуальным и своевременным.

Цель исследований заключалась в изучении условий экстракции и очистки экстрактов при определении остаточных количеств пестицидов различных классов в образцах почв с различным содержанием органического вещества методом газожидкостной хроматографии.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились с образцами почв с различным содержанием органического вещества (2, 30 и 70 %). Образцы почв отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [8].

В качестве объектов исследований были использованы действующие вещества гербицидов почвенного действия различных химических классов (таблица 1).

В исследованиях применяли аналитические стандарты изучаемых действующих веществ с содержанием основного вещества более 95 %.

Для определения содержания остаточных количеств гербицидов в образцах почв после проведения этапа пробоподготовки использовали разработанные и опубликованные методики [2–7].

Таблица 1 – Перечень действующих веществ гербицидов, используемых для разработки схемы пробоподготовки образцов почвы при определении остаточных количеств

Наименование действующего вещества	Класс соединений	Растворимость	
		вода, мг/л	органические растворители
Метрибузин	триазины	1200	хорошо растворим
Тербутилазин	симм-триазины	5	изопропанол – 1 % диметилформамид – 10 %
Пендиметалин	нитро-ксилидины	0,3	хорошо растворим
Хлорпрофам	фенил-карбаматы	89	хорошо растворим
Флуорохлоридон	пирролидоны	28	растворим в ацетоне, хлорбензоле, ксилоле
С-метолахлор	толуидины	530	хорошо растворим (кроме алифатических углеводородов)

Результаты исследований и их обсуждение. В 2021–2023 гг. были проведены исследования по подбору эффективных органических растворителей для экстракции из почвы гербицидов почвенного применения (метрибузин, тербутилазин, пендиметалин, хлорпрофам, флуорохлоридон, С-метолахлор). В качестве экстрагентов использовали органические растворители различной растворяющей способности и полярности (гексан, хлороформ, ацетон). Исследования проводили с образцами почв с различным содержанием органического вещества (2, 30 и 70 %). В качестве тестового пестицида был использован пендиметалин. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность органических растворителей различной полярности при определении остаточных количеств пендиметалина в почве

Тип почвы, (ОВ, %)	Гексан		Хлороформ		Ацетон	
	извлечение, %	$m_{кв}$, мг	извлечение, %	$m_{кв}$, мг	извлечение, %	$m_{кв}$, мг
Дерново-позолистая (2,0)	40,0	18,0	55,5	28,4	91,2	49,6
Торфяная (30,0)	35,0	29,3	48,2	47,2	88,6	58,4
Торфяная (70,0)	22,4	40,6	41,4	74,3	82,4	98,6

Примечания: ОВ – органическое вещество; $m_{кв}$ – масса коэкстрактивных веществ.

Как видно из представленных данных гексан извлекает минимальное количество коэкстрактивных веществ из почв, в связи с чем в ряде случаев отпадает необходимость в трудоемкой очистке экстрактов при определении методом газожидкостной хроматографии. Однако, в случае

использования в качестве органического растворителя гексана (а также более полярного хлороформа) не достигается достаточной степени извлечения гербицида (22,4–40,0 % для гексана и 41,4–55,5 % для хлороформа). Максимальная степень извлечения 82,4–91,2 % достигнута при использовании ацетона.

Проведены исследования по обработке способов очистки ацетоновых экстрактов почв с различным содержанием органического вещества при определении остаточных количеств гербицидов метрибузин, тербутилазин, пендиметалин, хлорпрофам, флуорохлоридон, С-метолахлор. Для очистки ацетоновых экстрактов гербицидов предполагалось применение колоночной хроматографии с использованием сорбента типа Силикагель различных марок.

Для выбора оптимальной схемы очистки экстрактов почвенных проб было изучено поведение гербицидов и коэкстрактивных веществ на пластинах для тонкослойной хроматографии Sorbifil с флуоресцентным индикатором. На пластину наносили ацетоновый экстракт из различных почв и изучаемые действующие вещества гербицидов. Пластины хроматографировали в органических растворителях различной полярности, определяли хроматографическую подвижность (R_f) действующих веществ и коэкстрактивных веществ (таблица 3).

Таблица 3 – Хроматографическая подвижность действующих веществ гербицидов и коэкстрактивных веществ (пластины для тонкослойной хроматографии Sorbifil)

Элюент	Хроматографическая подвижность (R_f)				
	пендиметалин	метрибузин	флуорохлоридон	тербутилазин	коэкстрактивные вещества
Гексан	0	0	0	0	0
Бензол	0,9	0,2	0,6	0,4	0
Дихлорметан	0,9	0,8	0,8	0,9	0
Ацетон	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Гексан: ацетон (5:1)	0,9	0,4	0,5	0,7	0

Примечания: $R_f = 0$ – вещество не элюируется; $R_f = 1,0$ – вещество полностью элюируется.

На основании полученных результатов была разработана схема очистки ацетоновых экстрактов гербицидов из почв с различным содержанием органического вещества. Для этого использовалась хроматографическая колонка, заполненная силикагелем Silica Gel 60. В качестве элюента использовали смесь гексана и ацетона в объемных соотношениях 5:1. Степень очистки экстрактов показана в таблице 4.

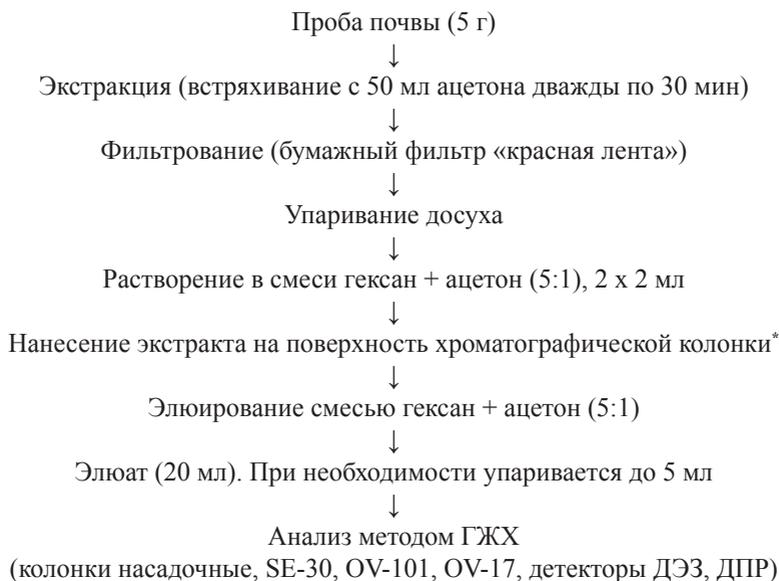
Таблица 4 – Степень очистки экстрактов на колонке с Silica Gel 60

Показатель	До очистки	После очистки
Оптическая плотность экстракта, D	0,702	0,103
Масса коэкстрактивных веществ, мг	77,0	11,0

Как видно из приведены данных, содержание коэкстрактивных веществ после очистки на колонке снижается в 7 раз.

Проведенные исследования позволили разработать схему пробоподготовки образцов почв с различным содержанием органического вещества при определении остаточных количеств пестицидов различных химических классов методом газожидкостной хроматографии.

Схема пробоподготовки образцов почв с различным содержанием органического вещества при определении остаточных количеств гербицидов методом газожидкостной хроматографии



***Хроматографическая колонка:** медицинский шприц емкостью 5 мл заполняется сорбентом (Silica Gel 60, 0,063-0,200 мм, масса 2 г). Сорбент уплотняется легким постукиванием.

Разработанная схема пробоподготовки апробирована на модельных образцах почв (дерново-подзолистая и торфяная с содержанием органического вещества 2, 30 и 70 %) (таблица 5).

Таблица 5 – Степень извлечения действующих веществ гербицидов из почв с различным содержанием органического вещества (ОВ) с использованием разработанной схемы пробоподготовки

Действующее вещество	Извлечение, % к внесенному количеству			Предел обнаружения, мг/кг
	дерново-подзолистая почва (2 % ОВ)	торфяная почва		
		30 % ОВ	70 % ОВ	
Метрибузин	97,3	95,4	94,6	0,050
Тербутилазин	80,8	79,1	78,3	0,020
Пендиметалин	94,4	86,2	80,7	0,020
Хлорпрофам	80,5	77,8	75,7	0,005
Флуорохлоридон	95,3	81,5	88,2	0,010
С-метолахлор	89,2	80,4	78,8	0,010

Полученные данные дают основания использовать предложенную схему пробоподготовки в практической работе по определению остаточных количеств гербицидов различных химических классов в почвах с различным содержанием органического вещества методом газожидкостной хроматографии.

Заключение. Изучены условия экстракции (подобраны оптимальные органические растворители) и очистки полученных экстрактов при анализе почвенных образцов с различным содержанием органического вещества на содержание остаточных количеств пестицидов различных химических классов. Отработана схема очистки экстрактов с использованием колоночной хроматографии. Разработана и апробирована схема определения остаточных количеств действующих веществ гербицидов различных химических классов в образцах почв с содержанием органического вещества 2, 30 и 70 % с использованием метода газожидкостной хроматографии. Результаты анализов показали достаточно высокую степень очистки экстрактов (85,7 %) и извлечение (78,7–97,3 %) действующих веществ гербицидов из почвенных образцов с различным содержанием органического вещества. Разработанная схема пробоподготовки может быть использована при определении остаточных количеств гербицидов следующих химических классов: триазины, симм-триазины, нитро-ксилидины, фенил-карбаматы, пирролидоны, толуидины из почвенных образцов с содержанием органического вещества 2–70 %.

Список литературы

1. Хроматография в агроэкологии / Т. А. Банкина [и др.] ; ред. Т. М. Петрова. – СПб: [б. и.], 2002. – 587 с.
2. Временные методические указания по определению метрибузина в сое и соевом масле методом газожидкостной хроматографии : ВМУ № 211-2000, утв. МЭПР Украины, 27.09.2000 // Методичні вказівки з визначення мікрочільстей пестицидів в продуктах харчування, кормах та зовнішньому середовищі : зб. – Київ, 2003. – № 34. – С. 52–56.

3. Кирейчик, Д. Ю. Определение остаточных количеств флуорохлорида в клубнях картофеля методом газожидкостной хроматографии / Д. Ю. Кирейчик // 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. 302–309.

4. Кислушко, П. М. Определение остаточных количеств С-метолахлора в растительном материале, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П. М. Кислушко, С. А. Арашкovich // 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. 310–317.

5. Методические указания по определению остаточных количеств гардоприма в воде, почве и растительном материале : МУК № 1801, утв. МЗ СССР 18.11.77 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде : сб. – М., 1979. – № 9. – С. 147–154.

6. Методические указания по определению остаточных количеств Хлорпрофама в воде, почве и картофеле : МУК 4.1.1826-03, утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ Г. Г. Онищенко, 18 дек. 2003 // Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сб. – М., 2007. – Вып. 5. – С. 226–234.

7. Методические указания по определению пендиметалина (Стомпа) в воде, почве, зерновых культурах (пшеница, ячмень, рожь, рис, кукуруза), бобовых (горох, соя), технических (сахарная свекла, подсолнечник), овощных (капуста, морковь, лук-репка, лук-перо, чеснок, томаты), плодовых (яблоки) методом тонкослойной и газожидкостной хроматографии // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде : сб. – Киев, 2001. – № 31. – С. 70 – 75.

8. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : ГОСТ 17.4.4.02-84. – Введ. 01.01.1986. – М. : Госстандарт СССР, 1986. – 12 с.

P. M. Kislusko, E. A. Myshkevich, S. A. Arashkovich, M. P. Loseva
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

FEATURES OF SAMPLE PREPARATION IN DETERMINING PESTICIDE RESIDUES IN SOILS WITH DIFFERENT ORGANIC MATTER CONTENT BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Annotation. Studies have been conducted on the development of methods for sample preparation of soil samples with different organic matter content when determining pesticide residues of chemical classes: triazinones, sym-triazines, nitro-xylydines, phenyl-carbamates, pyrrolidones, toluidines by gas-liquid chromatography. A scheme for sample preparation of soil samples with different organic matter content (2, 30, 70 %) is presented, the extraction of the studied active substances was 75.7–97.3 %.

Key words: gas-liquid chromatography, sample preparation, extraction, extract purification, pesticide residues, soil.

Е. А. Мышкевич, С. А. Арашкович, М. П. Лосева
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ ГРУППЫ ДИАМИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 20.05.2024

Рецензент: канд. с.-х. наук Жуковский А. Г.

Аннотация. Изучено поведение действующих веществ инсектицидов группы диамидов: хлорантранилипрол, тетранилипрол и циантранилипрол, применяемых в защите от вредных объектов различных сельскохозяйственных культур. Действующие вещества хлорантранилипрол и тетранилипрол не обнаруживались ни в одном из образцов исследуемых за 2020–2022 гг. Циантранилипрол определялся в плодах огурцов на 3 и 5 сутки после четырехкратной обработки в количестве 0,023 мг/кг и 0,014 мг/кг соответственно, что ниже максимально допустимого уровня – 0,03 мг/кг. При соблюдении норм внесения и сроков ожидания сельскохозяйственная продукция не загрязняется остаточными количествами изучаемых действующих веществ.

Ключевые слова: остаточные количества, хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол.

Введение. Соединения группы диамидов – новые химические вещества с совершенно другим механизмом действия, по сравнению с традиционными инсектицидами, позволяют решать проблему резистентности у насекомых [2].

Согласно классификации IRAC [3] диамиды относятся по механизму действия к группе 28 «Модуляторы риадиноновых рецепторов». Данная классификация разрабатывалась для обеспечения руководства по стратегиям борьбы с резистентностью у насекомых-вредителей к инсектицидам.

По данным IRAC действующие вещества группы диамидов входит в пятерку самых продаваемых инсектицидов в мире, после группы неоникотиноидов и пиретроидов. Многие старые действующие вещества, группы фосфорорганических соединений и карбаматов, заменяются не только в связи с резистентностью, но и с ужесточением нормативных требований относительно безопасности окружающей среды и человека.

В настоящее время в Республике Беларусь из группы диамидов имеют регистрацию действующие вещества: хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол. В период 2020–2022 гг. в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» в рамках государственной регистрации изучали поведение данных действующих веществ. Цель нашего исследования заключалась в определении остаточных количеств инсектицидов группы диамидов после их применения на сельскохозяйственных культурах и оценке их соответствия гигиеническим нормативам.

Методика проведения исследований. Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по официальным методическим указаниям [7, 8, 9] методом жидкостной хроматографии на приборе «Hewlett Packard 1100» с диодно-матричным детектором. Пробы растительных образцов отбирались в соответствии с ГОСТ 34668-2020 [13] в опытах по изучению биологической эффективности на следующих культурах: картофель, кукуруза, капуста белокочанная, огурец (минеральная вата) и томат защищенного грунта, яблоня, рапс озимый. Пробы отбирались в сроки согласно инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений, подлежащих государственной регистрации в Республике Беларусь [12].

Для проведения количественных исследований были использованы образцы аналитических стандартов действующих веществ хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол с содержанием основного вещества более 95 %.

Хлорантранилипрол – первый антраниловый диамид, инсектицид селективного действия, характеризуется низкой токсичностью для млекопитающихся, медоносных пчёл [14]. Препараты на его основе используются для защиты от стеблевого кукурузного мотылька, колорадского жука, капустной моли и совки, репной белянки, яблонной плодовой гни, листовертки и др. [10].

Тетранилипрол – инсектицид нового поколения, в Беларуси зарегистрирован на рапсе озимом и яровом для защиты культуры от рапсового цветоеда, семенного и стеблевого скрытнохоботников, стручкового капустного комарика, капустной моли, для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька, западного кукурузного жука, для защиты капусты белокочанной от капустной моли и совки.

Согласно данным Лобко А. А. [и др.] инсектициды на основе хлорантранилипрола и тетранилипрола обеспечивают длительный (до 28 суток) и высокий (до 100 %) защитный эффект против комплекса чешуекрылых вредителей [5].

Циантранилипрол – по химическому строению похож на хлорантранилипрол, но обладает более широким спектром инсектицидной

активности благодаря более высокой растворимости в воде –14,2 мг/л, против 0,88 мг/л [1]. Наиболее эффективен против сосущих вредителей, а также широкого спектра других вредителей. В Беларуси прошел регистрацию против трипсов при внесении под корень при капельном поливе.

Результаты и их обсуждение. Исследования по поведению хлорантранилипрола в картофеле, кукурузе, капусте, рапсе, яблоках проведенные в 2021 и 2022 гг. показали, что ни в одной из проб вещество не детектировалось.

Клубни картофеля анализировались на 20 и 39 сутки после применения инсектицидов на основе хлоратранилипрола в норме расхода 12 г/га при двукратном применении и на 30 сутки после однократного применения, извлечение искомого вещества было на уровне 73,0–79,2 %, нижний предел количественного определения значительно ниже МДУ (таблица).

Кукуруза анализировалась на 60 сутки после однократной обработки в зеленой массе, зерне и масле на содержание остаточных количеств хлорантранилипрола. Извлечение составило 78,2–97,0 %, нижний предел количественного определения на уровне МДУ и ниже. Извлечение из кочанов капусты составило 71,7–95,4 %. Нижний предел количественного определения значительно ниже МДУ. Семена, масло, солома рапса анализировались на 60 сутки после обработки, извлечение было выше 80,0 %, а нижний предел количественного определения не выше 0,064 мг/кг. МДУ в Республике Беларусь и Российской Федерации не установлено [6, 11], согласно Кодекса Алиментариуса [4] МДУ для семян рапса составляет 2,0 мг/кг, также в своде пищевых международных стандартов нормируется МДУ для соломы – 30 мг/кг. Из яблок на 20 сутки после двукратной обработки исследуемое вещество извлекалось на уровне 97,7–104,0 %, нижний предел количественного определения ниже МДУ.

В период с 2020 по 2022 гг. проводились исследования по содержанию остаточных количеств тетралипрола в зеленой массе и зерне кукурузы на 60 сутки, семенах, масле, соломе рапса и кочанах капусты на 20 сутки, в результате искомое действующее вещество не обнаруживалось в исследуемых образцах. Извлечение было выше 80,0 %, нижний предел количественного определения был в пределах 0,008–0,080 мг/кг, в зеленой массе и соломе – 0,212–0,470 мг/кг (МДУ не установлено).

Содержание циантранилипрола изучали в динамике в огурцах и томатах защищенного грунта на 1, 3, 5 сутки после четырехкратного внесения под корень при капельном поливе, в итоге, в огурцах на 3 сутки его содержание составило 0,023 мг/кг, на 5 сутки – 0,014 мг/кг, а в томатах не обнаруживался. МДУ в Республике Беларусь не установлено, но согласно СанПиН 1.2.3685-21 [6] МДУ для огурцов составляет 0,3 мг/кг, для томатов – 0,1 мг/кг.

Таблица – Результаты содержания остаточных количеств действующих веществ инсектицидов группы диамидов в образцах растительной продукции (лабораторный опыт, лаборатория динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений», 2020–2022 гг.)

Культура	Максимальная норма расхода ДВ, г/га	КО	Сутки ПО	Образец	Извлечение, %	НПКО, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]	Результат, мг/кг
хлорантранилипрол								
Картофель	12	1	30	клубни	73,0	0,043	1,0	н/о
Картофель	12	2	20	клубни	78,8	0,024	1,0	н/о
Картофель	12	2	39	клубни	79,2	0,024	1,0	н/о
Кукуруза	40	1	60	з/м	86,0	0,060	н/н	н/о
Кукуруза	40	1	60	з/м	78,2	0,075	н/н	н/о
Кукуруза	40	1	60	зерно	81,6	0,010	0,02	н/о
Кукуруза	40	1	60	зерно	97,0	0,020	0,02	н/о
Кукуруза	40	1	60	масло	90,2	0,016	н/у	н/о
Капуста	40	2	30	кочаны	71,7	0,049	20,0	н/о
Капуста	40	2	60	кочаны	72,4	0,058	20,0	н/о
Капуста	40	2	63	кочаны	95,4	0,011	20,0	н/о
Рапс	40	2	60	семена	87,8	0,064	н/у	н/о
Рапс	40	2	60	масло	86,9	0,064	н/у	н/о
Рапс	40	2	60	солома	81,4	0,062	н/н	н/о
Яблоня	60	2	20	яблоки	104,0	0,005	0,5	н/о
Яблоня	60	2	20	яблоки	97,7	0,005	0,5	н/о
тетранилипрол								
Кукуруза	50	1	60	зерно	80,6	0,008	н/у	н/о
Кукуруза	50	1	60	з/м	81,0	0,470	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	семена	91,9	0,076	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	масло	92,4	0,071	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	солома	93,9	0,212	н/н	н/о
Капуста	50	2	20	кочаны	84,4	0,080	н/у	н/о
циантранилипрол								
Огурец з/г	100	4	1	огурцы	76,0	0,009	н/у	н/о
Огурец з/г	100	4	3	огурцы	76,0	0,009	н/у	0,023
Огурец з/г	100	4	5	огурцы	75,7	0,009	н/у	0,014
Томат з/г	100	4	1	томаты	95,7	0,040	н/у	н/о
Томат з/г	100	4	3	томаты	95,0	0,040	н/у	н/о
Томат з/г	100	4	5	томаты	95,0	0,040	н/у	н/о

Примечания: ДВ – действующее вещество; з/г – защищенный грунт; з/м – зеленая масса; МДУ – максимально допустимый уровень; НПКО – нижний предел количественного определения; н/н – не нормируется; н/о – не обнаружено; н/у – не установлено; ПО – после обработки; КО – кратность обработок.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют, что действующие вещества хлорантранилипрола, тетранилипрола и циантранилипрола не загрязняют сельскохозяйственную продукцию и полностью разлагаются к уборке урожая. На основании результатов исследований установлены сроки ожидания для каждой культуры в отдельности и внесены в регламент применения. Нижние пределы количественного определения хлорантранилипрола в клубнях картофеля, зерне и масле кукурузы, кочанах капусты, семенах и масле рапса, яблоках соответствуют установленным величинам МДУ в исследуемых культурах, полнота извлечения варьируется по матрицам в диапазоне 71,7–104,0 %. Извлечение тетранилипрола из зерна кукурузы, семян и масла рапса, капусты составило 80,6–93,9 %, циантранилипрола из огурцов и томатов защищенного грунта – 75,7–95,7 %, нижние пределы количественного их определения ниже предельно допустимых порогов их содержания.

Список литературы

1. PPDV [Electronic resource]. – Mode of access: PPDV Insecticide Index (herts.ac.uk) . – Date of access: 24.04.2024.
2. Давлианидзе, Т. А. Санитарно-эпидемиологическое значение и резистентность к инсектицидам природных популяций комнатной мухи *Musca domestica* / Т. А. Давлианидзе, О. Ю. Еремина // Вестн. защиты растений. – 2021. – Т. 104, № 2. – С. 72–86.
3. The IRAC Mode of Action Classification Online / IRAC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://irac-online.org/modes-of-action/>. – Date of access: 11.03.2024.
4. Codex Alimentarius [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=230. – Date of access: 11.03.2024.
5. Ограничение развития чешуекрылых вредителей в агроценозах капусты белокочанной в Республике Беларусь / А. А. Лобко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 203–211.
6. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: СанПиН 1.2.3685-21 : постановление Гл. гос. санитарного врача РФ, 28.01.2021 г. № 2 // КонсультантПлюс. – М., 2021. – 469 с.
7. Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в капусте (кочанная капуста, брокколи, цветная капуста), баклажанах, цитрусовых культурах (апельсины, лимоны, грейпфруты, мандарины и др.), салате, изюме методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.3005–12 // Определение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в растительном сырье и пищевых продуктах : сб. метод. указаний по методам контроля / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей ; ред.: Н. Е. Аكوпова, Л. С. Кучурова. – М., 2012. – С. 124–140.
8. Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в плодовых (косточковых) культурах, перце, огурцах, томатах, ягодах и соке винограда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии : МУК 4.1.2866–11 // Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, с.-х. сырье и объектах окружающей среды : сб. / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей. – М., 2011. – С. 100–115.
9. Определение остаточных количеств циантранилипрола в плодах огурца, корнеплодах моркови, зеленой массе, зерне и масле кукурузы, в семенах и масле подсолнечника и

рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания : МУК 4.1.3366–16 : 4.1. Методы контроля. Химические факторы : изд. офиц. / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017. – 26 с.

10. Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticides.ru/active_substance/chlorantraniliprole. – Дата доступа: 11.03.2024.

11. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 // Pravo.by. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> – Дата доступа: 11.03.2024.

12. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 22 августа 2006 г. № 49 [Электронный ресурс] : постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 16 нояб. 2016 г. № 32 // Pravo.by. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21731795> – Дата доступа: 11.03.2024.

13. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности : ГОСТ 34668-2020. – Введ. 01.04.2021. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2021. – 42 с.

14. Справочник пестицидов и агрохимикатов [Электронный ресурс] // Агро XXI. – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/active_substance_pesticides/pesticides. – Дата доступа: 11.03.2024.

E. A. Myshkevich, S. A. Arashkovich, M. P. Loseva
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

RESULTS OF TESTS OF THE CONTENT OF RESIDUAL AMOUNTS OF ACTIVE SUBSTANCES OF MODERN INSECTICIDES OF THE DIAMIDE GROUP IN AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The behavior of the active substances of insecticides of the diamide group: chloranthraniliprol, tetraniprol and cyanthraniliprol used in protection against harmful objects of various crops has been studied. The active substances chloranthraniliprol and tetraniprol were not detected in any of the samples studied for 2020–2022. Cintraniliprol was detected in cucumber fruits on days 3 and 5 after four times treatment in the amount of 0.023 mg/kg and 0.014 mg/kg respectively, which is below the maximum permissible level – 0.03 mg/kg. If the application standards and waiting times are observed, agricultural products are not contaminated with residual amounts of the active substances studied.

Key words: residual amounts, chloranthraniliprol, tetraniprol, cyanthraniliprol.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арашкович С.А.	280, 287	Халаев А.Н.	82
Бобович А. Н.	7	Халаева В. И.	175, 200
Богомолова И. В.	7	Шашко Ю.К.	267
Бойко С.В.	243	Шкляревская О.А.	69
Бречко Е.В.	185	Эбель Т.В.	20
Васюхневич М.В.	200	Якимович Е.А.	69
Войтка Д.В.	253	Ярчаковская С.И.	260
Волчкевич И. Г.	100, 175, 200		
Гаджиева Г. И.	7		
Гайдарова С.А.	210, 225		
Дичковская О.В.	218		
Дмитрук Н. А.	27		
Жук Е.И.	82		
Запрудский А. А.	109, 210, 225, 267		
Калачев В.В.	90		
Кислушко П.М.	280		
Колтун Н.Е.	260		
Комардина В. С.	27, 90		
Конопацкая М.В.	100, 200		
Крупенько Н. А.	123, 146, 158		
Кухта В.Н.	234		
Лешкевич Н. В.	109		
Лосева М.П.	280, 287		
Мелешко Н.И.	117		
Михайлова С.И.	20		
Мышкевич Е.А.	280, 287		
Немкевич М.Г.	243		
Пагтракеева А. В.	175, 200		
Переверзева Ю. Н.	27		
Пестерева А. С.	35, 44		
Пилат Т.Г.	123		
Плескацевич Р. И.	130		
Полоз И.И.	253		
Привалов Д.Ф.	210, 225, 267		
Радивон В.А.	138		
Рожко Е.И.	146		
Сеньковский Е. О.	109, 158		
Сорока Л. И.	35, 44, 53, 62		
Сорока С. В.	35		
Сташкевич А. В.	44, 53, 62		
Сташкевич Н. С.	44, 53, 62		
Стрелкова Е.В.	225		
Трубачёва В.О.	185		
Федорович М.В.	253		

AUTHOR INDEX

Arashkovich S. A.	280, 287	Vasyukhnevich M. V.	200
Babovich A. N.	7	Voitka D. V.	253
Bahamolava I. V.	7	Volchkevich I. G.	100, 175, 200
Boyko S. V.	243	Yakimovich E. A.	69
Brechko E. V.	185	Yarchakovskaya S. I.	260
Dichkovskaya O. V.	218	Zaprudsky A. A.	109, 210, 225, 267
Dmitryc N. A.	27	Zhuk E. I.	82
Ebel T. V.	20		
Fedarovich M. V.	253		
Gaidarova S. A.	210, 225		
Hajyieva H. I.	7		
Kalachev V. V.	90		
Khalaev A. N.	82		
Khalaeva V. I.	175, 200		
Kislusko P. M.	280		
Koltun N. E.	260		
Komardina V. S.	27, 90		
Konopatskaya M. V.	100, 200		
Krupenko N. A.	123, 146, 158		
Kukhta V. N.	234		
Leshkevich N. V.	109		
Loseva M. P.	280, 287		
Meleshko N. I.	117		
Mikhailova S. I.	20		
Myshkevich E. A.	280, 287		
Nemkevich M. G.	243		
Patrakeeva A. V.	175, 200		
Pereverzeva Y. N.	27		
Pestereva A. S.	34, 44		
Pilat T. G.	123		
Pleskatsevich R. I.	130		
Poloz I. I.	253		
Privalov D. F.	210, 225, 267		
Radivon V. A.	138		
Rozhko E. I.	146		
Senkovsky E. O.	109, 158		
Shashko Yu. K.	267		
Shklyarevskaya O. A.	69		
Soroka L. I.	35, 44, 53, 62		
Soroka S. V.	35		
Stashkevich A. V.	44, 53, 62		
Stashkevich N. S.	44, 53, 62		
Strelkova E. V.	225		
Trubacheva V. O.	185		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 48

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*

Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 01.11.2024. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 17,2. Уч.-изд. л. 16.

Тираж 70 экз. Заказ № 25075.

Выпущено по заказу РУП «Институт защиты растений».

Ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь.

Тел/факс: 375 17 501-60-31, e-mail: belizr@inbox.ru, <http://www.izr.by>.

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,

