

**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 46

Минск 2022
«Колорград»
2022

УДК 632 (476) (082)

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РУП «Институт защиты растений»: *Сорока С. В.*, доктор с.-х. наук, профессор – главный редактор, *Запрудский А. А.*, канд. с.-х. наук, доцент – зам. главного редактора, *Буга С. Ф.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Налобова В. Л.*, доктор с.-х. наук, доцент, *Войтка Д. В.*, канд. биол. наук, *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, *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, *Привалов Ф. 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», 2022
© Оформление ООО «Колорград», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Богомолова И.В., Будревич А.П., Мышкевич Е.А.</i> Регулирование засоренности рапса ярового гербицидами на основе имазамокса	9
<i>Лобач О.К., Сорока Л.И.</i> Эффективность гербицида Вольник смарт, вр применяемого в послеуборочный период	15
<i>Сорока Л.И., Сорока С.В., Пестерева А.С.</i> Оценка эффективности гербицида Фемида, МД при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой	23
<i>Сорока С.В., Сорока Л.И., Щуко В.А., Петровец И.Ю., Миронова М.А.</i> Гербицид Унико, ККР в защите посевов яровых колосовых от сорных растений	30
<i>Супранович Р.В., Берлинчик Е.Е., Моштыль С.О.</i> Эффективность гербицида Лайфлайн, ВР в приствольных полосах сада	43
<i>Якимович Е.А.</i> Вредоносность сорных растений в посевах однолетних лекарственных культур	49
<i>Яковенко А.М., Бобович А.Н., Запрудский А.А., Мышкевич Е.А., Туровец О.А., Наумовец О.В.</i> Эффективность гербицидов почвенного действия в посевах подсолнечника	58

Фитопатология

<i>Жук Е.И., Халаев А.Н.</i> Ретроспективный анализ эффективности фунгицидов в ограничении развития доминирующих листовых болезней яровой пшеницы в Беларуси	66
<i>Жуковская А.А.</i> Распространенность и развитие ринхоспориоза в посевах озимой ржи в Беларуси	81
<i>Запрудский А.А., Яковенко А. М., Белова Е. С., Привалов Д.Ф.</i> Влияние препаратов для предпосевной обработки семян кормовых бобов на развитие болезней	89
<i>Комардина В.С.</i> Контроль развития болезней малины летней моно- и двукомпонентным фунгицидами из группы триазолов в условиях Беларуси	97
<i>Комардина В.С., Васеха Е.В., Плескацевич Р.И.</i> Чувствительность возбудителя парши яблони гриба <i>Venturia inaequalis</i> к крезоксим-метилу в промышленных садах Беларуси	103
<i>Лешкевич Н.В.</i> Влияние гидротермических условий на развитие альтернариоза в посевах озимого рапса	111
<i>Плескацевич Р.И.</i> Динамика развития монилиоза и эффективность применения фунгицида Индиго, КС в насаждениях вишни (<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.)	121

<i>Радивон В.А.</i> Влияние гидротермических условий на развитие корневой гнили в посевах сортов ярового тритикале	129
<i>Свидунович Н.Л.</i> Инфицированность семян кукурузы грибами родов <i>Fusarium</i> и <i>Penicillium</i> и влияние гидротермических условий на этот показатель.....	137
<i>Станчук А.Э.</i> Влияние фунгицидов на выход товарных корнеплодов моркови столовой в период хранения	144
<i>Халаева В.И., Волчкевич И.Г., Конопацкая М.В., Вабищевич В.В.</i> Развитие альтернариоза в агроценозах картофеля под влиянием стрессовых факторов	153

Энтомология

<i>Бойко С.В., Немкевич М.Г.</i> Обработка семян и посевов зерновых культур препаратами на основе ацетамиприда – эффективный способ защиты от вредителей	164
<i>Бречко Е.В.</i> Формирование структуры энтомоакарафауны зернохранилищ с учетом пищевой избирательности	180
<i>Быковская А.В., Бойко С.В.</i> О вредителях просяных культур (литературный обзор).....	193
<i>Быковская А.В., Бойко С.В.</i> Хлопковая совка: аспекты биологии и мониторинга в посевах зернокармливаемых культур сем. <i>Poaceae</i> (литературный обзор).....	206
<i>Немкевич М.Г., Самонов А.С., [Трепашко Л.И.]</i> Применение инсектицидов – важный аспект технологии защиты кукурузы от западного кукурузного жука (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> Le Conte)	222
<i>Романовский С.И., Волчкевич И.Г., Косыхина О.И., Белоусов Н.М.</i> Применение препаратов группы диамидов для снижения численности чешуекрылых (Lepidoptera) вредителей капусты.....	232

Биологический метод защиты растений

<i>Войтка Д.В., Федорович М.В., Вага И.И.</i> Отбор штаммов грибов рода <i>Trichoderma</i> для интенсификации биоконверсии целлюлозосодержащих субстратов при получении органического удобрения	241
<i>Комардина В.С., Ярчаковская С.И., Михневич Р.Л.</i> Биологический контроль серой гнили на малине	249
<i>Мелешко Н.И., Супранович Р.В.</i> Эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС в защите земляники садовой от серой гнили.....	255

Общие вопросы защиты растений

<i>Бруй И.Г., Дунькович Е.В.</i> Влияние осеннего применения препарата Сетар, КС на перезимовку и урожайность озимого рапса	261
<i>Бруй И.Г., Холодинский В.В.</i> Эффективность применения регулятора роста Архитект, СЭ в посевах озимого рапса	272
<i>Мышкевич Е.А., Кислушко П.М., Быковский А.В., Арашкович С.А., Кирейчик Д.Ю., Кузмицкая А.А., Лосева М.П., Поплевко В.Л.</i> Мониторинг остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственных культурах и безопасность их применения в Республике Беларусь	285
Авторский указатель.....	297

CONTENTS

Herbology

<i>Bogomolova I.V., Budrevich A.P., Myshkevich E.A.</i> Regulation of spring rape weed infestation by imazamox based herbicides	9
<i>Lobach O.K., Soroka L.I.</i> Efficiency of Volinik Smart, WS herbicide applied during the after harvest period	15
<i>Soroka L.I., Soroka S.V., Pestereva A.S.</i> Evaluation of the efficiency of Femi-da, OD herbicide applied to winter wheat in spring	23
<i>Soroka S.V., Soroka L.I., Shchuko V.A., Petrovets I.Yu., Mironova M.A.</i> Herbi-cide Uniko, CSC for spring cereal crops protection against weed plants.....	30
<i>Supranovich R.V., Berlinchik E.E., Moshtyl S.O.</i> Efficiency of Lifiline, WS herbicide in near trunk lanes of the garden	43
<i>Yakimovich E.A.</i> Harmfulness of weeds in annual medicinal crops	49
<i>Yakovenko A.M., Bobovich A.N., Zaprudsky A.A., Myshkevich E.A., Turovets O.A., Naumovets O.V.</i> Efficiency of soil applied herbicides in sunflower plants.....	58

Phytopathology

<i>Zhuk E.I., Khalaev A.N.</i> Retrospective analysis of the effectiveness of fungi-cides in limiting the development of dominant leaf diseases spring wheat in Belarus	66
<i>Zhukovskaya A.A.</i> Occurrence and development of rhynchosporium in winter rye crops in Belarus	81
<i>Zaprudsky A.A., Yakovenka A.M., Belova E.S., Privalov D.F.</i> Impact of prepa-rations for presowing treatment of faba beans seeds on the development of diseases	89
<i>Komardina V.S.</i> Control of the development of summer raspberry diseases using mono-and two component fungicides from the triazole group under the conditions of Belarus	97
<i>Komardina V.S., Vasekha E.V., Pleskatsevich R.I.</i> Sensitivity of the causal agent of apple scab <i>Venturia inaequalis</i> fungus to kresoxim-methyl in commer-cial orchards of Belarus	103
<i>Leshkevich N.V.</i> Influence of hydrothermal conditions on alternaria blight development in winter rape.....	111
<i>Pleskatsevich R.I.</i> Dynamics of moniliosis development and the efficiency of application of the fungicide Indigo, CS to cherry plants (<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.) .	121

<i>Radivon V.A.</i> Influence of hydrothermal conditions on root rot severity in crops of spring triticale varieties	129
<i>Svidunovich N. L.</i> Seed infection of maize with <i>fusarium</i> and <i>penicillium</i> and impact of hydrothermal conditions	137
<i>Stanchuk A.E.</i> Effect of fungicides on the sale roots yield of carrot during the storage period.....	144
<i>Khalaeva V.I., Volchkevich I.G., Konopatskaya M.V., Vabishchevich V.V.</i> Development of alternaria blight in potato agrocenoses under the influence of stressful factors	153

Entomology

<i>Boiko S.V., Nemkevich M.G.</i> Treatment of cereals and their seeds with acetamid- prid based preparations – an effective method of protection from pests	164
<i>Brechko E.V.</i> Formation of entomoacarafauna structure of granaries taking into account food preference	180
<i>Bykovskaya A.V., Boiko S.V.</i> About millet crops pests (literature review)	193
<i>Bykovskaya A.V., Boiko S.V.</i> Cotton bollworm: aspects of biology and monitor- ing in grain fodder crops fam. <i>Poacea</i>	206
<i>Nemkevich M.G., Samonov A.S., Trepashko L.I.</i> Application of insecticides – an important aspect of the technology of corn protection against western corn rootworm (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> Le Conte).....	222
<i>Romanovsky S.I., Volchkevich I.G., Belousov N.M., Kosykhina O.I.</i> Use of Vaiego, SC in control of Lepidoptera cabbage pests	232

Biological method of plant protection

<i>Voitka D.V., Fedorovich M.V., Vaga I.I.</i> Selection of <i>Trichoderma</i> genus fungi strains for intensification of cellulose-containing substrates for organic fertiliz- er obtaining	241
<i>Komardina V.S., Yarchakovskaya S.I., Mikhnevich R.L.</i> Biological control of grey rot in raspberry.....	249
<i>Meleshko N.I., Supranovich R.V.</i> Efficiency of Serenade ASO, SC bioprepara- tion in the protection of garden strawberry from grey rot	255

General issues of plant protection

<i>Brui I.G., Dunkovich E.V.</i> Effect of autumn application of Setar, SC on winter rapeseed overwinter survival and yield.....	261
---	-----

<i>Bruj I.G., Kholodinsky V.V.</i> Effect of Architect, SE growth regulator on winter rapeseed.....	272
<i>Myshkevich E.A., Kislushko P.M., Bykovsky A.V., Arashkovich S.A., Kireychik D.Yu., Kuzmitskaya A.A., Loseva M.P., Poplevko V.L.</i> Monitoring of pesticide residues in crops and their safe application in the republic of Belarus.....	285
Author index	298

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 633.853.494 «321» : 632.954

<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-9-14>

И.В. Богомолова, А.П. Бударевич, Е.А. Мышкевич

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

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ РАПСА ЯРОВОГО ГЕРБИЦИДАМИ НА ОСНОВЕ ИМАЗАМОКСА

Дата поступления статьи в редакцию: 30.05.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки эффективности гербицидов на основе имазамокса в посевах рапса ярового. Установлено, что при применении гербицидов Глобал, ВР (1,2 л/га) и Илион, МД (0,8–1,2 л/га) численность сорных растений снизилась на 68,8–94,4 %, масса – на 86,2–98,8 %. Сохраненный урожай составил 3,4–5,8 ц/га.

Ключевые слова: рапс яровой, гибриды, гербициды, биологическая эффективность, сорные растения.

Введение. Одной из существенных проблем, препятствующих реализации продуктивного потенциала рапса ярового является засоренность посевов. Максимальный эффект можно получить при уничтожении сорных растений на самых ранних этапах развития культуры, что обеспечивает применение гербицидов почвенного действия [2, 4, 5]. Однако участвовавшие в последние годы засушливые условия в период всходов культуры значительно снижают, а иногда даже сводят на нет действие препаратов [7]. В этой связи актуальным является расширение ассортимента гербицидов, применяемых после всходов культуры.

Одним из путей повышения эффективности защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорных растений является выращивание гибридов, устойчивых к определенным гербицидам, обладающим широким спектром действия [1]. Поэтому целью наших исследований было изучение эффективности препаратов, содержащих в своем составе имазамокс, на устойчивом к данному действующему веществу гибриде рапса ярового.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке эффективности гербицидов на основе имазамокса (Глобал, ВР и Илион, МД) проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район) в посевах рапса ярового

(гибрид Цебра КЛ). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,15–2,27 %, обеспеченностью P_2O_5 – 328–378 и K_2O – 338–354 мг/кг почвы и кислотностью 5,2–6,24. Предшественник в 2020 году – озимые зерновые, в 2021 – яровые зерновые. Агротехника возделывания культуры – общепринятая для Центральной агроклиматической зоны Беларуси. В 2020 г. посев проводился 30 апреля, в 2021 г. – 6 мая с нормой высева семян 5,5 кг/га.

Площадь опытной делянки – 15 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем в фазе 3–х настоящих листьев рапса (ВВСН 13) и 2–4 настоящих листьев сорняков (ВВСН 12–14) с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Учеты численности сорных растений проводили до обработки (количественный) и через 30 дней после применения гербицидов (количественно–весовой) в соответствии с «Методическими указаниями ...» [6]. Данные опытов обрабатывали методом дисперсионного анализа [3] и с помощью программы Microsoft Excel.

Метеорологические условия в годы исследований различались. Однако следует отметить, что в начале периода вегетации рапса ярового (май 2020 и 2021 гг.) наблюдались низкие среднесуточные температуры, что оказало негативное влияние на появление всходов культуры и сорных растений, а также повлияло на особенности их дальнейшего роста и развития. В июне 2020 г. среднесуточная температура воздуха превышала среднепогодные значения на 0,7–4,0 °С при достаточной влагообеспеченности. В первой декаде июля показатели температуры и количества выпавших осадков были в пределах нормы, во второй и третьей – температура воздуха ниже среднепогодных значений, соответственно, на 1,8 и 1,7 °С при недостаточном количестве осадков (50 и 59 % от нормы). В августе наблюдалось значительное колебание среднесуточных температур воздуха и количества выпавших осадков. В целом, погодные условия вегетационного сезона 2020 г., за исключением низких температурных показателей в мае, были достаточно благоприятными для роста и развития, как рапса ярового, так и сорных растений.

В июне 2021 г. наблюдался повышенный температурный режим с недостаточным выпадением осадков. Так, температура воздуха превышала среднепогодные 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 среднепогодной, во второй и третьей – на 1,2–3,1 °С выше. Количество выпавших осадков составило 92,6 % от нормы.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2020 г. перед обработкой гербицидами численность всех сорных растений на опытном участке составила 344,0 шт/м². Преобладающими видами являлись: марь белая (*Chenopodium album* L.) – 178,0 шт/м², ярутка полевая

(*Thlaspi arvense* L.) – 132,0, просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 17,0, торица полевая (*Spergula arvensis* L.) – 9,0, галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.) – 6,0 шт/м². В небольшом количестве встречались пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench.), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) и ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.).

Через 30 дней после применения гербицидов в варианте, где обработка не проводилась, насчитывалось 213,0 шт/м² мари белой, 23,0 – проса куриного, 40,0 – пастушьей сумки, 20,0 – ярутки полевой, 5,0 – галинзоги мелкоцветковой и 3,0 шт/м² – прочих однолетних двудольных видов. Общее количество сорных растений составило 304,0 шт/м².

В результате исследований установлено, что препараты Глобал, ВР и Илион, МД проявили высокую гербицидную активность против двудольных и злаковых сорных растений, доминирующих в посевах рапса ярового. Через 30 дней после обработки в варианте с применением препарата Илион, МД в норме расхода 1,2 л/га полностью погибли ярутка полевая и галинзога мелкоцветковая. В эталонном варианте (Глобал, ВР – 1,2 л/га) численность данных видов снизилась на 75,0 и 60,0 %, масса – на 87,5 и 86,7 %, варианте с обработкой гербицидом Илион, МД в минимальной норме расхода – на 60,0 и 80,0 и 84,4 и 93,3 %, соответственно. В варианте с применением препарата Глобал, ВР (1,2 л/га) численность мари белой уменьшилась на 93,9 %, в опытных – на 72,8–98,6 %, масса – на 96,9 и 86,2–99,7 %. Гибель проса куриного по вариантам опыта составила 69,6–95,7 % при снижении вегетативной массы на 66,7–88,9 %.

Наибольшая суммарная эффективность против всех видов сорных растений (94,4 % по численности и 98,4 % по массе) отмечена в варианте с максимальной нормой расхода гербицида Илион, МД (таблица 1).

В результате обработки посевов рапса ярового гербицидом Глобал, ВР величина сохраненного урожая составила 5,0 ц/га или 27,8 %, Илион, МД в норме расхода 0,8 л/га – 5,2 ц/га или 28,9 %, 1,2 л/га – 5,8 ц/га или 32,2 % (таблица 2).

В 2021 г. до обработки в посевах рапса ярового произрастали: осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) – 24,0 шт/м², марь белая – 18,0, просо куриное – 13,0, бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) – 9,0, ромашка непахучая – 8,0, звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.) – 7,0, горец вьюнковый – 3,0 шт/м². Изредка встречались торица полевая, подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), горец шероховатый. Численность всех сорных растений на опытном участке составила 90,0 шт/м².

Через 30 дней после обработки в варианте без применения гербицидов насчитывалось 46,0 шт/м² однолетних двудольных сорняков, 17,0 – проса куриного, 30,0 – осота полевого и 11,0 шт/м² – бодяка полевого. Общее количество сорных растений составило 104,0 шт/м².

В результате применения гербицидов Глобал, ВР и Илион, МД в норме расхода 1,2 л/га полностью погибла марь белая, в варианте с нормой препарата Илион, МД 0,8 л/га ее численность снижалась на 80,0 %, масса – на 86,2 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Илион, МД в посевах рапса ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вид сорного растения	Без применения гербицида*	Глобал, ВР – 1,2 л/га (эталон)	Илион, МД – 0,8 л/га	Илион, МД – 1,2 л/га
Марь белая	213,0	93,9	72,8	98,6
	674,0	96,9	86,2	99,7
Просо куриное	23,0	91,3	69,6	95,7
	9,0	77,8	66,7	88,9
Пастушья сумка	40,0	50,0	50,0	67,5
	174,0	89,7	87,4	95,4
Ярутка полевая	20,0	75,0	60,0	100,0
	64,0	87,5	84,4	100,0
Галинсога мелкоцветковая	5,0	60,0	80,0	100,0
	15,0	86,7	93,3	100,0
Прочие	3,0	100,0	100,0	100,0
	8,0	100,0	100,0	100,0
Всего	304,0	85,9	68,8	94,4
	944,0	94,5	86,2	98,8
Всего однолетних двудольных	281,0	85,4	68,7	94,3
	935,0	94,7	86,1	98,9
Всего однолетних однодольных	23,0	91,3	69,6	95,7
	9,0	77,8	66,7	88,9

* В числителе – численность сорных растений (шт/м²), в знаменателе – их масса (г/м²).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность гербицида Илион, МД в посевах рапса ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
Без применения гербицида	18,0	–	–
Глобал, ВР (эталон) – 1,2 л/га	23,0	5,0	27,8
Илион, МД – 0,8 л/га	23,2	5,2	28,9
Илион, МД – 1,2 л/га	23,8	5,8	32,2
НСР ₀₅	3,18		

В исследуемых вариантах отмечена высокая биологическая эффективность против ромашки непахучей и горца вьюнкового, которая составила 92,3–100 % по численности и 95,5–100 % – по массе, в эталоне – 85,0–87,5 и 79,2–90,9 %, соответственно. Во всех вариантах опыта отмечена полная гибель звездчатки средней.

Наиболее низкими показатели эффективности против проса куриного были при применении гербицида Илион, МД в норме 0,8 л/га, против осота полевого и бодяка полевого – в варианте с препаратом Глобал, ВР.

Биологическая эффективность против всех видов сорных растений по вариантам опыта составила 83,2–92,5 % по численности и 88,6–95,3 % по массе (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Иллион, МД в посевах рапса ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Сорные растения	Без применения гербицида*	Глобал, ВР – 1,2 л/га (эталон)	Иллион, МД – 0,8 л/га	Иллион, МД – 1,2 л/га
	Снижение численности и массы сорных растений, %			
Марь белая	<u>22,0</u>	<u>100</u>	<u>80,0</u>	<u>100</u>
	101,0	100	86,2	100
Звездчатка средняя	<u>6,0</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
	14,0	100	100	100
Ромашка непахучая	<u>8,0</u>	<u>87,5</u>	<u>100</u>	<u>100,0</u>
	24,0	79,2	100	100,0
Горец вьюнковый	<u>4,0</u>	<u>85,0</u>	<u>92,3</u>	<u>100,0</u>
	11,0	90,9	95,5	100,0
Прочие однолетние двудольные	<u>6,0</u>	<u>83,3</u>	<u>75,0</u>	<u>91,7</u>
	16,0	87,4	77,6	90,1
Всего однолетних двудольных	<u>46,0</u>	<u>94,3</u>	<u>88,1</u>	<u>97,9</u>
	165,0	96,8	87,3	98,5
Просо куриное	<u>17,0</u>	<u>94,1</u>	<u>75,4</u>	<u>88,2</u>
	24,0	90,0	85,0	91,6
Осот полевой	<u>30,0</u>	<u>66,3</u>	<u>83,3</u>	<u>86,7</u>
	287,0	77,5	92,3	93,7
Бодяк полевой	<u>11,0</u>	<u>61,4</u>	<u>79,5</u>	<u>83,4</u>
	92,0	72,1	80,7	86,9
Всего многолетних двудольных	<u>41,0</u>	<u>64,7</u>	<u>82,6</u>	<u>85,2</u>
	379,0	76,3	89,3	92,3
Всего	<u>104,0</u>	<u>84,3</u>	<u>83,2</u>	<u>92,5</u>
	568,0	90,8	88,6	95,3

* В числителе – численность сорных растений (шт/м²), в знаменателе – их масса (г/м²).

Обработка посевов рапса ярового гербицидами позволила сохранить от потерь от 3,4 ц/га семян (Глобал, ВР, 1,2 л/га) до 3,8–4,4 ц/га (Иллион, МД, 0,8–1,2 л/га), или 12,6 и 14,0–16,2 %, соответственно (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицида Иллион, МД в посевах рапса ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
Без применения гербицида	27,1	–	–
Глобал, ВР (эталон) – 1,2 л/га	29,6	3,4	12,6
Иллион, МД – 0,8 л/га	29,9	3,8	14,0
Иллион, МД – 1,2 л/га	31,5	4,4	16,2
НСР ₀₅	1,75		

Заключение. Таким образом, в течение двухлетних исследований (2020–2021 гг.) установлено, что гербицид Илион, МД эффективен для защиты посевов рапса ярового.

На основании полученных результатов гербицид Илион, МД включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для применения в фазе 2–3 листьев рапса ярового (сорта и гибриды, устойчивые к имидазолиномам) в норме расхода 0,8 л/га против однолетних двудольных сорных растений и видов осота, в норме 1,2 л/га – против однолетних двудольных, проса куриного, видов осота.

Список литературы

1. Разработка отечественного гербицидного препарата на основе имазамокса и его биологическая эффективность / А. В. Большов [и др.] // Сорные растения и пути ограничения их вредоносности : тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск – Прилуки, 30 июня – 3 июля 2015 г. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.]. – Минск, 2015. – С. 18–20.
2. Будревич, А. П. Контроль засоренности посевов озимого и ярового рапса в период вегетации гербицидом Сальса, ВДГ /А. П. Будревич, Е. Н. Полозняк, И. В. Богомолова // Защита растений: сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, РНДУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.]. – Минск, 2017. – Вып. 41. – С. 17–22.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность: учеб. пособие / В. А. Зинченко. – М.: Колос, 2007. – 232 с.
5. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.] // рец.: В. В. Лапа, Е. А. Якимович; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РНДУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2016.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж, 2007. – 58 с.
7. Шпаар, Д. Рапс и сурепица (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар. – М.: ИД ООО «DVL АГРОДЕЛО», 2007. – С. 169.

I.V. Bogomolova, A.P. Budrevich, E.A. Myshkevich
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

REGULATION OF SPRING RAPE WEED INFESTATION BY IMAZAMOX BASED HERBICIDES

Annotation. The paper presents the results of the assessment of the efficiency of imazamox based herbicides in spring rape. It's identified that with the application of the herbicides Global, WS (1,2 l/ha) and Ilion, OD (0,8–1,2 l/ha) the number of weed plants decreases by 68,8–94,4 %, and the weight – by 86,2–98,8 %. The saved yield amounts to 3,4–5,8 dt/ha.

Key words: spring rape, hybrids, herbicides, biological efficiency, weed plants.

О.К. Лобач, Л.И. Сорока

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА ВОЛЬНИК СМАРТ, ВР, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПОСЛЕУБОРОЧНЫЙ ПЕРИОД

Дата поступления статьи в редакцию: 17.05.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Будревич А.П.

Аннотация. В статье представлены результаты оценки эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР (глифосат, 545 г/л), ООО «Франдеса», применяемого на полях, предназначенных под посев различных культур (яровые зерновые, картофель, овощные, технические, масличные, лекарственные и др.)

Гербицид Вольник Смарт, ВР при норме внесения 1,3–1,8 л/га эффективен против однолетних злаковых и двудольных сорняков, в норме внесения 2,2–2,6 л/га эффективно подавлял многолетние злаковые и двудольные сорные растения. Численность сорных растений через месяц после обработки гербицидом в норме расхода 1,3–1,8 л/га снизилась от 85,6 до 95,7 %, их вегетативная масса – от 77,8 до 95,8 %; при норме внесения гербицида в 2,2–2,6 л/га численность сорных растений снизилась от 94,0 до 99,3, их масса – от 88,0 до 100 %.

Ключевые слова: сорные растения, глифосатсодержащие гербициды, эффективность.

Введение. Анализируя фитосанитарное состояние полей в послеуборочный период, следует отметить высокую засоренность стерни зерновых культур многолетними сорными растениями. Из них доминируют корневищный сорняк пырей ползучий, корнеотпрысковые – осот полевой, бодяк полевой, мята полевая, чистец болотный, и стержневой сорняк чернобыльник обыкновенный и др.

Борьба с многолетними сорными растениями в посевах культурных растений в период вегетации – мероприятие сложное. Эффективность его зависит от уровня углеводов в органах накопления у растений. Углеводы снабжают растения энергией, которая помогает перезимовать, способствует быстрому росту побегов, стеблей и корней в период вегетации. Во время созревания почек для побегов углеводы из стеблей и корней питают энергией почки для быстрого роста побега. Когда побеги многолетних сорняков достигают определенной стадии развития, углеводы, вырабатываемые листьями, перемещаются обратно в стебли или корни. Движение углеводов у всех многолетних сорных растений происходит одинаково, однако время перемещения углеводов в

органы накопления отличается у разных видов из-за периодов роста. Отмечено, что в весенний период углеводы перемещаются из листьев к побегам, а в осенний период – к стеблям или корням. Применение гербицидов будет эффективным, если время их внесения совпадает с периодом перемещения углеводов к запасующим органам растения, в этом случае гербициды будут перемещаться вместе с углеводами по всему растению, включая стебли, листья и корневую систему. [1].

Для борьбы с многолетними сорными растениями наиболее эффективным является применение глифосатсодержащих гербицидов осенью в послеуборочный период [1, 2]. Гербициды на основе глифосата являются незаменимыми препаратами для борьбы со злостными сорными растениями в сельском хозяйстве. Они обладают одним из самых широких спектров действия среди всех известных в настоящее время препаратов [3].

Целью наших исследований было изучение биологической эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР (глифосат, 545 г/л) производства ООО «Франдеса», Беларусь, применяемого осенью на полях, предназначенных под посев различных культур.

Методика исследований. В 2018–2019 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» были заложены мелкоделяночные опыты. Площадь опытных делянок – 20 м², повторность четырехкратная, расположение делянок – рендомизированные блоки. Гербицид вносили ранцевым опрыскивателем «Jacto» в фазу активного роста сорняков.

В 2020 году – производственный опыт в ОАО «Осовец-Агро» Любанского района по изучению эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР. Площадь опытной делянки производственного опыта – 5 га, повторность двукратная. Гербициды вносили тракторным опрыскивателем «ОП-2000». Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [4].

До внесения гербицидов проведен количественный учет засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений. Количественно-весовые учеты засоренности проводили через месяц после обработки.

Результаты исследований и их обсуждение. В исследованиях по оценке биологической эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР на опытном поле РУП «Институт защиты растений» общая засоренность до обработки составила 109–140 шт/м² – в 2018 г. и 82,7–128,0 – в 2019 г.

В условиях 2018 г. через месяц после обработки численность всех сорных растений в контроле без обработки составила 108,0 шт/м², вегетативная масса – 350,0 г/м². Многолетние однодольные представлены пыреем ползучим (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), многолетние

двудольные – осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), бодяком полевым (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), мятой полевой (*Mentha arvensis* L.), чистецом болотным (*Stachys palustris* L.).

После применения гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 1,3 л/га численность всех многолетних сорных растений снизилась на 87,0 % (их масса – на 77,8 %). Снижение численности всех многолетних сорных растений при применении гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 1,8 л/га составило 88,0 % и значительно не отличалось от варианта с нормой расхода 1,3 л/га. Vegetативная масса всех сорных растений снизилась на 85,4 %.

Применение гербицида в норме расхода 2,2 и 2,6 л/га обеспечило снижение численности всех сорных растений на 94,0 и 94,4 %, масса уменьшилась на 91,0 %. В данных вариантах опыта пырей ползучий и мята полевая погибли полностью. Численность осота полевого снизилась на 83,0 и 87,0 %, бодяка полевого – на 45,0 и 63,6 %, чистеца болотного – на 87,0 и 66,7 %, их масса – на 92,0 и 88,5 %, 39,0 и 78,2 %, 93,0 и 71,7 %, соответственно. Через месяц после обработки гербицидами во всех вариантах опыта однолетние сорные растения погибли полностью (100 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Вольник Смарт, ВР (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без обработки						
	пырей ползучего	осота полевого	бодяка полевого	мяты полевой	чистеца болотного	многолетних двудольных	всех многолетних
Контроль без обработки, $\frac{\text{шт}}{\text{м}^2}$ $\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$	<u>46,0</u> 34,5	<u>11,5</u> 113,0	<u>5,5</u> 55,0	<u>6,5</u> 11,0	<u>7,5</u> 23,0	<u>31,0</u> 202,0	<u>108,0</u> 350,0
Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га;	<u>92,4</u> 91,3	<u>56,5</u> 75,7	<u>54,5</u> 24,5	<u>76,9</u> 72,1	<u>80,0</u> 89,1	<u>66,1</u> 63,1	<u>87,0</u> 77,8
Вольник Смарт, ВР – 1,8 л/га;	<u>85,9</u> 89,9	<u>69,6</u> 88,1	<u>72,7</u> 51,8	100	<u>80,0</u> 67,4	<u>79,0</u> 76,5	<u>88,0</u> 85,4
Вольник Смарт, ВР – 2,2 л/га;	100	<u>83,0</u> 92,0	<u>45,0</u> 39,0	100	<u>87,0</u> 93,0	<u>81,0</u> 84,4	<u>94,0</u> 91,0
Вольник Смарт, ВР – 2,6 л/га;	100	<u>87,0</u> 88,5	<u>63,6</u> 78,2	100	<u>66,7</u> 71,7	<u>80,6</u> 84,4	<u>94,4</u> 91,0

В 2019 г. численность всех многолетних сорных растений в контроле без обработки составила 185,0 шт/м², вегетативная масса – 985,3 г/м². Многолетние однодольные сорные растения представлены

пыреем ползучим, многолетние двудольные – осотом полевым, бодяком полевым, чистецом болотным, чернобыльником обыкновенным (*Artemisia vulgaris* L.), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum* L. Wigg.), подорожником большим (*Plantago major* L.) (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида Вольник Смарт, ВР (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без обработки								
	пырея ползучего	осота полевого	бодяка полевого	чистеца болотного	чернобыльника обыкновенного	одуванчика лекарственного	подорожника большого	многолетних двудольных	всех многолетних
Контроль без обработки, шт/м ² г/м ²	79,0 186,7	27,0 291,3	11,0 152,7	1,0 21,3	5,0 112,7	4,0 12,0	15,0 31,3	63,0 621,3	142,0 808,0
Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га;	94,9 99,3	70,0 83,3	100	0 25,0	50,0 85,8	100	63,6 57,4	73,0 84,9	88,6 90,3
Вольник Смарт, ВР – 1,8 л/га;	100	90,0 96,3	100	0 43,8	75,0 90,5	100	81,8 74,5	87,0 93,3	95,7 95,8
Вольник Смарт, ВР – 2,2 л/га;	100	100	100	0 81,3	100	100	100	98,0 99,4	99,3 99,6
Вольник Смарт, ВР – 2,6 л/га;	100	100	100	100	100	100	100	100	100

После применения гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 1,3 л/га численность многолетних сорных растений снизилась на 88,6 % (их масса – на 90,3 %), в т.ч. пырея ползучего – на 94,9 %, осота полевого – на 70,0 %, чернобыльника обыкновенного – на 50,0 %, подорожника большого – на 63,6 %, (их масса – на 99,3 %, 83,3 %, 85,8 % 57,4 %, соответственно). Бодяк полевой и одуванчик лекарственный погибли полностью (100 %).

Следует отметить, что в условиях 2019 г., на опытном поле показатель эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР по снижению численности чистеца болотного объясняется незначительной численностью сорняка в контрольном варианте (1,0 шт/м²). При этом отмечено, что масса по сравнению с контролем без обработки уменьшилась на 25,0 %, 43,8, 81,3 и 100 %, соответственно нормам расхода.

Применение гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 1,8 л/га позволило снизить численность всех сорных растений на 95,7 %, в т.ч. осота полевого – на 90,0 %, чернобыльника обыкновенного – на 75 %, подорожника большого – на 81,8 %, их масса уменьшилась на 96,3 %, 90,5 %, 74,5 %, соответственно видам. В норме внесения 2,2 л/га все сорные растения погибли полностью (100 %).

Биологическая эффективность гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 2,6 л/га составила 100 % (таблица 2). Во всех вариантах опыта однолетние сорные растения погибли полностью (100 %).

На участке, где осенью применили гербицид Вольник Смарт, ВР, весной 2020 года проводили раскопки с целью определения гибели вегетативных органов размножения сорных растений. В контроле без обработки гербицидом длина корневищ пырея ползучего составила 13,2 м.п. (метров погонных) осота полевого 7,66 м.п., бодяка 0,45 м.п., с массой 62,0; 142; 13 г/м² (таблицы 3, 4, 5).

Таблица 3 – Действие гербицида Вольник Смарт, ВР на органы вегетативного размножения пырея ползучего, после весеннего отрастания (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений») Учет 24.04.2020 г.

Вариант	Снижение органов вегетативного размножения, % к контролю без обработки		
	длины	массы	количества жизнеспособных почек
Контроль без обработки*	13,2	62,0	96,0
Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га	80,2	33,9	12,5
Вольник Смарт, ВР – 1,8 л/га	85,3	58,1	66,7
Вольник Смарт, ВР – 2,2 л/га	100	100	100
Вольник Смарт, ВР – 2,6 л/га	100	100	100

* В контроле без обработки – длина органов вегетативного размножения, м п. (метр погонный); масса органов вегетативного размножения, г/м²; количество жизнеспособных почек, шт/м².

Таблица 4 – Действие гербицида Вольник Смарт, ВР на органы вегетативного размножения осота полевого, после весеннего отрастания (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений») Учет 24.04.2020 г.

Вариант	Снижение органов вегетативного размножения, % к контролю без обработки		
	длины	массы	количества жизнеспособных почек
Контроль без обработки*	7,66	142,0	342
Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га	23,5	47,9	30,1
Вольник Смарт, ВР – 1,8 л/га	74,3	77,5	70,8
Вольник Смарт, ВР – 2,2 л/га	80,7	83,8	82,5
Вольник Смарт, ВР – 2,6 л/га	86,3	85,2	86,0

* В контроле без обработки – длина органов вегетативного размножения, м п. (метр погонный); масса органов вегетативного размножения, г/м²; количество жизнеспособных почек, шт/м².

Осеннее применение гербицида Вольник Смарт, ВР в норме расхода 2,2 и 2,6 л/га обеспечило снижение органов вегетативного размножения пырея ползучего на 100 %. Длина корней осота полевого в данных

вариантах уменьшилась на 80,7 и 86,3 %, их масса – на 83,8 и 85,2 %, количество жизнеспособных почек снизилось на 82,5 и 86,0 %, соответственно. Применение гербицида в норме расхода 1,8 л/га позволило уменьшить длину корневищ пырея ползучего на 85,3 %, их массу – на 58,1 %, количество жизнеспособных почек – на 66,7 %; у осота полевого – на 74,3, 77,5, 70,8 %, соответственно. Применение Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га позволило снизить длину, массу и количество жизнеспособных почек пырея ползучего на 80,2, 33,9 и 12,5 %; осота полевого – на 23,5, 47,9 и 30,1 %.

Таблица 5 – Действие гербицида Вольник Смарт, ВР на органы вегетативного размножения бодяка полевого, после весеннего отрастания (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений») Учет 24.04.2020 г.

Вариант	Снижение органов вегетативного размножения, % к контролю без обработки		
	длины	массы	количества жизнеспособных почек
Контроль без обработки*	0,45	13,0	9,0
Вольник Смарт, ВР – 1,3 л/га	100	100	100
Вольник Смарт, ВР – 1,8 л/га	100	100	100
Вольник Смарт, ВР – 2,2 л/га	100	100	100
Вольник Смарт, ВР – 2,6 л/га	100	100	100

* В контроле без обработки – длина органов вегетативного размножения, м п. (метр погонный); масса органов вегетативного размножения, г/м²; количество жизнеспособных почек, шт/м².

Во всех вариантах опыта с применением гербицидной обработки бодяк полевой погиб полностью.

В производственных условиях была дана оценка эффективности гербицида Вольник Смарт, ВР (глифосат, 545 г/л) в норме расхода 2,6 л/га.

В ОАО «Осовец-Агро» Любанского района 28.08.2020 года проведена обработка гербицидом Вольник Смарт, ВР на участке занятом под пастбище (7 лет пользования) и по стерне озимого рапса. Норма рабочего раствора – 200 л/га.

По данным количественного учета засоренности до обработки гербицидами на участке, занятом многолетними травами, численность всех сорных растений составила 170 шт/м². В основном доминировали многолетние сорные растения: одуванчик лекарственный, бодяк полевой, горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), чернобыльник обыкновенный, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), также произрастали единичные растения осота полевого, щавеля конского (*Rumex confertus* Willd.), льянчик обыкновенной (*Linaria vulgaris* (L.) Mill.), и однолетних сорных растений: подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.), горца вьюнкового (*Polygonum convolvulus* (L.)), мелколестника канадского (*Erigeron canadensis* L.), яснотки пурпурной (*Lamium purpureum* L.).

Проведение учетов через 21 день после обработки гербицидом Вольник Смарт, ВР показало, что его эффективность по снижению надземной массы пырея ползучего составила 98–100 %, чернобыльника обыкновенного – на 95–100 %, одуванчика лекарственного – на 92 %, тысячелистника обыкновенного – на 60 %. Однолетние сорные растения погибли полностью.

Общая численность сорных растений по стерне рапса составила 184 шт/м². Из многолетних сорных растений на данном поле произрастали пырей ползучий, бодяк полевой, щавель конский, лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), звездчатка злачнолистная (*Stellaria graminea* L.), ясколка полевая (*Cerastium arvense* L.), единичные растения подорожника большого и репейника (*Arctium lappa* L.), двулетник – дрема белая (*Silena pratensis* (Rafn) Godr.). Однолетние сорные растения представлены вероникой полевой (*Veronica arvensis* L.), звездчаткой средней (*Stellaria media* (L.) Vill.), ясноткой пурпурной, падалицей рапса, также произрастали единичные растения мари белой, пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit* L.), горца почечуйного (*Polygonum persicaria* L.).

Через 21 день после обработки гербицидом Вольник Смарт, ВР, надземная масса сорных растений, по сравнению с участком без гербицидной обработки снизилась на 60–100 %, в т.ч. пырея ползучего – на 98–100 %, бодяка полевого – на 85–95 %, щавеля конского – на 75–85 %, дремы белой – на 95–100 %, однолетние сорные растения погибли полностью.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что гербицид Вольник Смарт, ВР является эффективным при применении на полях, предназначенных под посев различных культур против однолетних двудольных и злаковых сорных растений и включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» по следующему регламенту: против однолетних двудольных и злаковых в норме расхода 1,3–1,8 л/га; против пырея ползучего и осота полевого в норме расхода 2,2 л/га и против многолетних двудольных и злаковых сорных растений в норме расхода 2,2–2,6 л/га.

Список литературы

1. Андерсон, Р. Систематический подход к борьбе с многолетними сорняками / Р. Андерсон // Зерно. – 2007. – № 6. – С. 71–75.
2. Спиридонов, Ю. Я. Глифосатсодержащие гербициды – особенности технологии их применения в широкой практике растениеводства / Ю. Я. Спиридонов, Н. В. Никитин // Вестник защиты растений. – 2015. – № 4 (86) – С. 5–11.
3. Голубев, А. С. Перспективы борьбы с сорняками без глифосата / А. С. Голубев, Т. А. Маханькова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35359222> / Дата доступа 10.02.2021 г.

4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного». – 2007. – 58 с.

O.K. Lobach, L.I. Soroka

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

EFFICIENCY OF VOLNIK SMART, WS HERBICIDE APPLIED DURING THE AFTER HARVEST PERIOD

Annotation. The paper presents the results of the assessment of the efficiency of Volnik Smart, WS herbicide (glyphosate, 545 g/l), Frandesa Co., Ltd applied in the fields for different crops (spring cereals, potato, vegetables, industrial, oil and medicinal crops and others).

Volnik Smart, WS herbicide applied in a dose of 1,3–1,8 l/ha was effective against annual cereal and dicotyledonous weeds; when applied in a dose of 2,2–2,6 l/ha it destroyed effectively perennial cereal and dicotyledonous weeds. When the herbicide was applied in a dose of 1,3–1,8 l/ha the number of weeds decreased from 85,6 to 95,7 % and their vegetative mass – from 77,8 to 95,8 % in a month after the treatment. When it was applied in a dose of 2,2–2,6 l/ha the number of weeds decreased from 94,0 to 99,3 % and their vegetative mass – from 88 to 100 %.

Key words: weeds, glyphosate herbicides, efficiency.

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДА ФЕМИДА, МД ПРИ ВЕСЕННЕМ ВНЕСЕНИИ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 13.05.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по биологической и хозяйственной эффективности нового гербицида Фемида, МД (2,4-Д кислоты, 320 г/л в виде 2-этилгексилевого эфира + хлорсульфурон, 4,2 г/л) производства АО «Щелково Агрохим», Россия. Установлено, что при защите посевов пшеницы озимой в фазе кушения культуры весной снижение засоренности однолетними и многолетними сорными растениями составляет более 85 %, причем пастушьей сумкой, марью белой, незабудкой полевой, падалицей рапса – 100 %, трехреберником непахучим – 85,4–100 %, подмаренником цепким – 78,3–100 %, васильком синим – 95,5–100 %, фиалкой полевой – 65,7–80,7 %, осотом полевым – 91,7–100 %.

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

Введение. Доминирующими и наиболее вредоносными сорняками в посевах озимых зерновых культур в Республике Беларусь являются – пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), мята полевая (*Menta arvensis* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), дрема белая (*Silene pratensis* (Rafn) Godr.), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.), ясколка полевая (*Cerastium arvense* L.), виды горца (*Polygonum spp.*), виды пикульника (*Galeopsis spp.*), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), падалица рапса (*Brassica napus* L.) и другие. В группе часто встречаемых – марь белая (*Chenopodium album* L.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L. Beauv.), виды щетиника (*Setaria spp.*). Суммарная численность сорных растений может достигать 123–526 шт/м², значительно превышая биологические пороги вредоносности. Поэтому

применение гербицидов в посевах озимых зерновых культур – ржи и, особенно, пшеницы и тритикале, является обязательной составной частью интегрированной системы защиты посевов данных культур [1, 2].

Учитывая столь разнообразный спектр сорных растений, наиболее целесообразно использовать комбинированные (смесевые) гербициды, в том числе и заводские. При этом важное значение имеют гербициды, производные сульфонилмочевины [3, 4].

В посевах озимых зерновых культур предпочтение отдается осенней прополке, однако не всегда, особенно при поздних сроках сева, удается провести эти работы своевременно. Тогда их переносят на весну. Обычно весенняя химическая прополка проводится в фазе кущения культуры. Прополка после стадии полного кущения не обеспечивает достаточной прибавки урожая, а носит «косметический» характер [5, 6, 7].

Цель наших исследований – изучить биологическую и хозяйственную эффективность нового гербицида Фемида, МД (2,4-Д кислоты, 320 г/л в виде 2-этилгексилового эфира + хлорсульфурон, 4,2 г/л) производства АО «Щелково Агрохим», Россия при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой.

Действующие вещества гербицида Фемида, МД поглощаются преимущественно листьями и корнями, быстро перемещаются по растению с ассимиляционными или транспирационными токами, накапливаясь в молодых меристематических тканях листьев, стеблей, корней (точки роста). Гербицид оказывает воздействие на сорняки уже через несколько часов после обработки, особенно на чувствительные к 2,4-Д сорные растения [8].

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в посевах пшеницы озимой сорта Ода. Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания культуры [9]. Предшественник – рапс озимый.

Гербициды вносили путем опрыскивания опрыскивателем «Jacto» в фазе кущения культуры весной, норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Площадь опытных делянок составляла 20 м², повторность опытов – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

До внесения гербицидов проведен количественный учет засоренности с целью установления численности и видового состава сорных растений, через месяц после применения гербицидов – количественно-весовой учет засоренности (по 2 учетных площадки площадью 0,25 м² с каждой делянки), в которых определяли численность сорных растений по видам и их сырую вегетативную массу [10]. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием поделяночно комбайном «HALDRUP C-85».

Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [11] с использованием программы Microsoft Office Excel, 2003.

Результаты исследований. До внесения гербицидов в условиях 2019 г. в посевах пшеницы озимой произрастало 16 видов сорных растений. Доминировали такие сорные растения, как фиалка полевая (98,5–134,0 шт/м²), трехреберник непахучий (16,5–20,5 шт/м²), подмаренник цепкий (6,5–12,5 шт/м²), василек синий (2,0–3,5 шт/м²), осот полевой (3,0–4,5 шт/м²). В меньшем количестве произрастали пастушья сумка, марь белая, незабудка полевая, падалица рапса. Общая численность сорных растений составляла 186,0–229,0 шт/м². Из злаковых произрастали метлица обыкновенная и мятлик однолетний.

При проведении количественно-вещового учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе кущения пшеницы озимой в контроле без прополки численность всех однолетних двудольных сорных растений составляла 236,0 шт/м², вегетативная масса – 1207,8 г/м² (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Фемида, МД при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 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
	трехреберника непахучего	подмаренника цепкого	василька синего	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	осола полевого	всех двудольных		
Контроль без прополки	$\frac{20,5}{283,3}$	$\frac{13,0}{49,0}$	$\frac{11,0}{295,0}$	$\frac{178,5}{474,8}$	$\frac{236,0}{1207,8}$	$\frac{7,5}{194,5}$	$\frac{243,5}{1402,3}$	43,3	-
Фенизан, ВР – 0,2 л/га (эталон)	$\frac{97,6}{99,5}$	$\frac{92,3}{98,0}$	$\frac{95,5}{96,5}$	$\frac{66,9}{81,4}$	$\frac{73,5}{91,4}$	$\frac{86,7}{93,8}$	$\frac{73,9}{91,7}$	50,2	6,9
Фемида, МД – 0,7 л/га	$\frac{95,1}{99,1}$	100	100	$\frac{79,8}{91,9}$	$\frac{84,3}{96,6}$	$\frac{93,3}{98,5}$	$\frac{84,6}{96,9}$	50,5	7,2
Фемида, МД – 0,8 л/га	100	100	$\frac{95,5}{99,3}$	$\frac{80,7}{92,9}$	$\frac{85,2}{97,0}$	100	$\frac{85,6}{97,4}$	50,6	7,3
НСР ₀₅								3,2	

Во всех вариантах опыта под действием гербицидов полностью (100 %) погибли пастушья сумка, марь белая, незабудка полевая, падалица рапса. В вариантах с внесением гербицида Фемида, МД на 95,1–100 % снижалась численность и на 99,1–100 % – вегетативная масса трехреберника непахучего при гибели в эталонном варианте на 97,6 % по численности и 99,5 % – по массе. При применении гербицида

Фемида полностью погибал подмаренник цепкий при гибели в эталонном варианте на 92,3 % и снижении массы на 98,0 %. От действия гербицида Фемида, МД на 95,5–100 % снижалась численность и на 99,3–100 % уменьшалась вегетативная масса василька синего (в эталонном варианте – на 95,5 % и 96,5 % соответственно). Отмечена недостаточная эффективность на фиалку полевую: гибель сорного растения составляла 79,8–80,7 % при снижении вегетативной массы на 91,9–92,9 %. В эталонном варианте численность фиалки полевой снижалась на 66,9 %, вегетативная масса уменьшалась на 81,4 %.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений при опрыскивании посевов гербицидом Фемида, МД составляла 84,3–85,2 %, их вегетативная масса уменьшалась на 96,6–97,0 %. В эталоне с применением гербицида Фенизан, ВР их численность уменьшалась на 73,5 %, масса – на 91,4 %.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой) под действием гербицида Фемида, МД составляла 98,3–99,1 % по численности и 99,7 % – по массе. В эталонном варианте их численность уменьшалась на 93,9 %, масса – на 97,9 %.

На 93,3–100 % снижалась численность и на 98,5–100 % – вегетативная масса осота полевого при гибели в эталоне на 86,7 % по численности и 93,8 % – по массе.

Снижение засоренности посевов пшеницы озимой двудольными видами в вариантах с внесением гербицида Фемида, МД находилось в пределах 84,6–85,6 % по численности и 96,9–97,4 % – по массе, в эталонном варианте 73,9 и 91,7 %, соответственно.

Общая гибель сорных растений (без учета фиалки полевой) в вариантах с применением гербицида Фемида, МД составляла 97,7–99,2 % при снижении вегетативной массы на 99,4–99,8 %, в эталонном варианте их численность снижалась на 93,1 %, масса – на 97,0 %.

До внесения гербицидов в условиях 2020 г. численность всех однолетних двудольных сорных растений в посевах пшеницы озимой составляла 135,5–175,5 шт/м², численность многолетних двудольных – 2,0–9,5 шт/м². Общая численность сорных растений находилась в пределах 164,5–213,0 шт/м².

Под действием гербицидов полностью (100 %) погибали пастушья сумка, падалица рапса, марь белая, яснотка пурпурная и ярутка полевая. В вариантах с применением гербицида Фемида, МД численность подмаренника цепкого снижалась на 78,3–81,7 % при уменьшении вегетативной массы на 86,2–91,6 %. В эталоне с применением гербицида Фенизан, ВР гибель подмаренника цепкого составляла 75,0 % по численности и 85,7 % – по массе. На 85,4–95,1 % снижалась численность и на 94,7–97,8 % – вегетативная масса трехреберника непахучего при гибели в эталонном варианте на 80,5 % по численности и 90,5 % – по массе (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность гербицида Фемида, МД при весеннем внесении в посевах пшеницы озимой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 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
	подмаренника цепкого	трехребрилка непучего	звездчатки средней	фиалки полевой	всех однолетних двудольных	осога полевого	всех двудольных		
Контроль без прополки	30,0 129,0	20,5 185,0	26,5 216,0	116,5 220,0	274,0 1173,3	12,0 101,5	574,5 1302,3	78,6	-
Фенизан, ВР – 0,2 л/га (эталон)	75,0 85,7	80,5 90,5	81,1 88,1	64,8 70,7	70,6 85,3	87,5 96,3	85,7 86,4	92,2	13,6
Фемида, МД – 0,7 л/га	78,3 86,2	85,4 94,7	81,1 89,6	65,7 80,0	70,8 85,5	91,7 96,3	71,5 86,6	92,5	13,9
Фемида, МД – 0,8 л/га	81,7 91,6	95,1 97,8	83,0 94,0	66,5 77,0	72,4 87,9	100	86,9 89,1	93,1	14,6
НСР ₀₅								3,1	

На 81,1–83,0 % снижалась численность звездчатки средней и на 89,6–94,0 % – ее вегетативная масса под действием гербицида Фемида, МД при снижении ее в эталонном варианте на 81,1 % и 88,1 % соответственно.

На высоком фоне засоренности посевов пшеницы озимой фиалкой полевой при применении гербицида Фемида, МД гибель сорного растения была несколько выше чем в эталонном варианте и составляла 65,7–66,5 % при снижении вегетативной массы на 77,0–80,0 %. В эталонном варианте численность фиалки полевой снижалась на 64,8 %, вегетативная масса уменьшалась на 70,7 %. Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное действие гербицидов на веронику полевую.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений при опрыскивании посевов гербицидом Фемида, МД составляла 70,8–72,4 %, их вегетативная масса уменьшалась на 85,5–87,9 %. В эталоне с применением гербицида Фенизан, ВР их численность уменьшалась на 70,6 %, масса – на 85,3 %.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и вероники полевой) от действия гербицида Фемида, МД составляла 88,3–99,6 %, их масса уменьшалась на 90,9–94,1 %. В эталоне их численность уменьшалась на 79,9 %, масса – на 90,5 %.

На 91,7–100 % снижалась численность и на 96,3–100 % – масса осота полевого при применении гербицида Фемида, МД (в эталонном варианте – 87,5 % и 96,3 % соответственно). Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибал бодяк полевой.

Гибель всех многолетних двудольных сорных растений от действия гербицида Фемиды, МД составляла 93,1–100 % при уменьшении их вегетативной массы на 94,6–100 %. В эталонном варианте их численность снижалась на 89,7 %, масса – на 97,1 %.

Численность всех двудольных сорных растений под действием гербицида Фемиды, МД снижалась на 71,5–86,9 %, вегетативная масса – на 86,6–89,1 %, в эталонном варианте – на 85,7 и 86,4 %, соответственно.

Общая гибель сорных растений (без учета фиалки полевой и вероники полевой) в вариантах с применением гербицида Фемиды, МД составляла 85,3–87,4 % при снижении вегетативной массы на 92,3–94,8 % в эталоне, их численность снижалась на 80,9 %, масса – на 91,3 %.

В вариантах с внесением гербицида Фемиды, МД в фазе кущения культуры урожайность зерна озимой пшеницы в 2019 г. составляла 50,5–50,6 ц/га, в 2020 г. – 92,5–93,1 ц/га при урожае в контроле без прополки 43,3 и 78,6 ц/га. Сохраненная урожайность составляла 7,2–7,3 ц/га и 13,9–14,6 ц/га (таблицы 1, 2).

Заключение. Таким образом, установлено, что применение гербицида Фемиды, МД в посевах пшеницы озимой в фазе кущения культуры весной обеспечивает снижение засоренности однолетними и многолетними сорными растениями более 85 %. Отмечена достаточно высокая эффективность данного гербицида на пастушью сумку, падалицу рапса, марь белую, ярутку полевую, незабудку полевую, бодяк полевой (100 %), подмаренник цепкий (78,3–100 %), трехреберник непахучий (85,4–100 %), звездчатку среднюю (81,1–83,0 %), василек синий (95,5–100 %), осот полевой (91,7–100 %).

Наблюдалось недостаточное действие гербицида на фиалку полевую и веронику полевую. Гибель всех однолетних двудольных сорных растений при применении гербицида Фемиды, МД составляла 70,8–85,2 %, их вегетативная масса уменьшалась на 85,5–97,0 %. Численность многолетних видов (осот полевой, бодяк полевой) снижалась на 93,1–100 %, вегетативная масса – на 94,6–100 %.

Общая гибель двудольных сорных растений при внесении гербицида Фемиды, МД составляла 71,5–86,9 % при снижении вегетативной массы на 86,6–97,4 %, без учета фиалки полевой и вероники полевой – 85,3–99,2 % по численности сорных растений, 92,3–99,8 % – по массе.

На основании наших данных гербицид Фемиды, МД (2,4-Д кислоты, 320 г/л в виде 2-этилгексилового эфира + хлорсульфурон, 4,2 г/л), производства АО «Щелково Агрохим», Россия включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для защиты посевов пшеницы озимой в фазе кущения культуры весной в норме расхода 0,7–0,8 л/га от однолетних и некоторых многолетних (осот полевой, бодяк полевой) двудольных сорняков.

Список литературы

1. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока, Л. И. Сорока // РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2016. – 132 с.
2. Лунева, Н.Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // под ред. И.Я. Гричанова. – СПб.: ВИЗР, 2018. – 80 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 26).
3. Сорока, С. В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока // РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2018. – 188 с.
4. Защита озимых зерновых культур от сорных растений / С.В. Сорока [и др.] // Земледелие и защита растений. – № 4: приложение. – 2018 г. – С. 45–52.
5. Защита озимых колосовых от сорных растений весной / С. Сорока [и др.] // Белорусское сел. хоз-во. – 2022. – № 4. – С. 76–81.
6. Сорока, С. Система защиты пшеницы озимой от сорных растений весной / С. Сорока, Л. Сорока, А. Пестерева // Белорусское сел. хоз-во. – 2022. – № 3. – С. 74–78.
7. Химическая прополка озимых зерновых культур весной / Ф. Привалов [и др.] // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2020. – № 3. – С. 77–83.
8. Fmd. Фемида, МД [Электронный ресурс] // Каталог 22. Республика Беларусь / Щелково Агрохим. – Минск, 2022. – С. 6–97. – Режим доступа: https://betaren.ru/upload/medialibrary/elc/katalog_2022_site.pdf – Дата доступа: 27.05.2022.
9. Возделывание озимой пшеницы / С. Н. Куликович [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – С. 45–63.
10. 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: МОУП «Несвижская укруп. тип. им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

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

RUE «Institute of plant Protection» Priluki, Minsk region

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF FEMIDA, OD HERBICIDE APPLIED TO WINTER WHEAT IN SPRING

Annotation. The paper presents the results of the research on biological and economic efficiency of the new herbicide Femida, OD (2,4 D-acid, 320 g/l of 2-ethylhexyl ester + 4.2 g/l of chlorsulfuron) produced by Schelkovo Agrohimi, Ltd., Russia. It's established that with protection of winter wheat at the tillering stage in spring the reduction of infestation with annual and perennial weeds amounts to more than 85 %, in particular, blind weed, lamb's-quarters, field scorpion grass, dead beans – 100 %; wild camomile – 85,4–100 %, scratch grass – 78,3–100 %, blue bottle flower – 95,5–100 %, field violet – 65,7–80,7 %, field sow thistle – 91,7–100 %.

Key words: winter wheat, weed plants, herbicide, efficiency, yield.

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

ГЕРБИЦИД УНИКО, ККР В ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ ЯРОВЫХ КОЛОСОВЫХ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 13.05.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке биологической и хозяйственной эффективности нового гербицида УНИКО, ККР (флуороксибир, 100 г/л + флорасулам, 2,5 г/л) производства АО «Щелково Агрохим», Россия. Установлено, что при применении данного гербицида в посевах яровых пшеницы и ячменя в фазе кущения культур биологическая эффективность составляла более 90,0 %, при прополке посевов в фазе флаг-лист – эффективность 80,0–85,0 %, при этом получены достоверные прибавки урожая зерна.

Ключевые слова: пшеница яровая, ячмень яровой, сорные растения, гербицид, эффективность, урожайность.

Введение. Засоренность большинства сельскохозяйственных угодий является серьезным фактором, сдерживающим рост урожайности сельскохозяйственных культур. Борьба с сорной растительностью является одной из наиболее важных и в то же время сложных задач.

Применение гербицидов на основе глифосата после уборки предшественников в республике способствовало снижению численности многолетних видов сорных растений. Но это не гарантирует чистоту полей весной, так как огромен запас семян сорных растений в почве, которые прорастают весной совместно с яровыми культурами.

В последние годы в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» зарегистрированы гербициды с новыми формуляциями в виде микроэмульсии (МЭ) и концентраты коллоидных растворов (ККР), которые относятся к инновационным. По сравнению с традиционными формами (СП; КЭ; КС; ВДГ) формуляции в виде ККР и МЭ обеспечивают более высокую биологическую эффективность, поскольку дисперсность рабочей жидкости (0,005–0,1 мкм) в 50–1000 раз меньше, чем в традиционных формах (2–5 мкм).

Микроэмульсии и концентраты коллоидных растворов образуют прозрачный, стабильный во времени раствор, не подверженный расслоению, обеспечивают высокий коэффициент растекания жидкости, полное смачивание поверхности [1].

Ассортимент гербицидов значителен и позволяет решать проблемы засоренности на любом поле. Важное значение стали уделять вопросам экологической безопасности пестицидов, как для культур, так и для окружающей среды.

Цель наших исследований – изучить биологическую и хозяйственную эффективность нового послевсходового селективного гербицида системного действия Унико, ККР (флуроксипир, 100 г/л + флорасулам, 2,5 г/л) в посевах пшеницы и ячменя яровых, производства АО «Щелково Агрехим», Россия.

Гербицид обладает высокой дождеустойчивостью (осадки не влияют на биологическую эффективность через час после внесения), высокоэффективен против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорных растений, а также против гречишки и вьюнка полевого.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания зерновых культур [2, 3].

Исследования по изучению биологической и хозяйственной эффективности проводили в посевах пшеницы яровой сортов Дарья, Любава и ячменя ярового сорта Магутны. Гербициды вносили путем опрыскивания опрыскивателем «Jacto». Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Площадь опытных делянок составляла 20–25 м², повторность опытов – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

До внесения гербицидов в посевах проведен количественный учет засоренности с целью установления численности и видового состава сорных растений, через месяц после применения гербицидов – количественно-весовой учет засоренности (по 2 учетных площадки площадью 0,25 м² с каждой делянки), в которых определяли численность сорных растений по видам и их сырую вегетативную массу [4]. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [5] и с помощью пакета Oda.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях 2019 г. до внесения гербицидов в фазе кущения пшеницы яровой общая численность сорных растений составляла 142,0–164,5 шт/м², в фазе – флаг-лист – 117,0–169,5 шт/м².

Доминировали такие сорные растения, как марь белая (*Chenopodium album* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L) Vill.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), ярутка полевая

(*Thlaspi arvense* L.), яснотка пурпурная (*Lamium purpureum* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) и др. [6].

Следует отметить, что средняя температура воздуха в мае 2019 г. составляла 13,7 °С при норме 13,3 °С. За месяц сумма осадков была равна 68,8 мм при норме 68,0 мм. В первой декаде мая температура воздуха в среднем составляла 8,2 °С с суммой осадков 49,1 мм (норма 20,0 мм). Во второй декаде месяца температура воздуха была выше на 1,8 °С среднееголетних показателей с пониженным количеством осадков – 3,9 мм при норме 23,0 мм (17,0 % от нормы). Третья декада месяца характеризовалась повышенным температурным режимом и недостаточным количеством осадков. Так, температура воздуха была на 2,9 °С выше нормы при выпадении осадков 15,8 мм (норма 25,0 мм).

В мае 2020 г. наблюдалась холодная погода, с недостаточным количеством осадков. Средняя температура воздуха в мае составляла 10,7 °С при норме 13,3 °С. За месяц сумма осадков была равна 60,4 мм при норме 68,0 мм. В ночное время (с 07 мая на 08 мая) отмечались заморозки до -3,0 °С. Такие погодные условия в 2020 г. несколько негативно влияли как на развитие зерновых культур, так и на сорные растения (недостаточное нарастание вегетативной массы).

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе кущения пшеницы яровой численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 152,5 шт/м², вегетативная масса – 279,6 г/м² (таблица 1).

На высоком фоне засоренности посевов пшеницы яровой марью белой при применении гербицида Унико, ККР гибель ее составляла 53,0–58,4 % по численности и 36,0–58,7 % – по вегетативной массе. В эталонном варианте с применением гербицида Примадонна, СЭ (ЭГЭ 2,4-Д кислоты, 200 г/л + флорасулам, 3,7 г/л) численность мари белой снижалась на 98,2 %, масса – на 99,5 %. На 97,1–100 % уменьшалась численность и на 99,0–100 % – вегетативная масса горца вьюнкового под действием гербицида Унико, ККР при гибели его в эталоне на 82,4 % и 91,4 % соответственно. Опрыскивание посевов гербицидом Унико, ККР позволило снизить численность фиалки полевой на 82,9–100 %, массу – на 61,5–100 %. В эталонном варианте гибель фиалки полевой составляла 46,3 % при уменьшении массы на 59,2 %. Под действием гербицида Унико, ККР полностью (100 %) погибли звездчатка средняя, подмаренник цепкий, пастушья сумка. В эталоне гибель звездчатки средней составляла 86,7 % по численности и 95,5 % – по массе.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и мари белой) в вариантах с применением гербицида Унико, ККР составляла 90,8–93,9 %, их вегетативная масса уменьшалась на 97,6–99,2 %. В эталоне их гибель составляла 60,2 % по численности и 91,6 % – по массе.

При применении гербицида Унико, ККР численность осота полевого снижалась на 84,6 % при уменьшении вегетативной массы на 88,6 % (независимо от нормы внесения препарата). В эталонном варианте гибель осота полевого составляла 92,3 %, масса снижалась на 94,3 % (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Унико, ККР в посевах пшеницы яровой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, % к контролю без прополки массы сорных растений								Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га	
	мари белой	горца вьюнкового	фиалки полевой	звездчатки средней	подмаренника цепкого	пастушьей сумки	всех однолетних двудольных	всех однолетних двудольных (без учета мари и фиалки)			осота полевого
Внесение в фазе кушения культуры (учет 23 июня)											
Контроль без прополки	$\frac{83,0}{171,8}$	$\frac{17,0}{29,0}$	$\frac{20,5}{13,0}$	$\frac{15,0}{22,0}$	$\frac{6,5}{12,0}$	$\frac{6,5}{7,5}$	$\frac{152,5}{279,6}$	$\frac{49,0}{94,8}$	$\frac{6,5}{8,8}$	44,0	-
Примадонна, СЭ – 0,8 л/га (эталон)	$\frac{98,2}{99,5}$	$\frac{82,4}{91,4}$	$\frac{46,3}{59,2}$	$\frac{86,7}{95,5}$	100	100	$\frac{79,0}{94,6}$	$\frac{60,2}{91,6}$	$\frac{92,3}{94,3}$	52,3	8,3
Унико, ККР – 1,0 л/га	$\frac{53,0}{36,0}$	$\frac{97,1}{99,0}$	$\frac{82,9}{61,5}$	100	100	100	$\frac{69,2}{58,0}$	$\frac{90,8}{97,6}$	$\frac{84,6}{88,6}$	52,1	8,1
Унико, ККР – 1,5 л/га	$\frac{58,4}{58,7}$	100	100	100	100	100	$\frac{75,4}{74,5}$	$\frac{93,9}{99,2}$	$\frac{84,6}{88,6}$	54,8	10,8
Внесение в фазе флаг-лист культуры (учет 12 июля)											
Контроль без прополки	$\frac{81,0}{493,5}$	$\frac{27,0}{40,8}$	$\frac{14,5}{11,3}$	$\frac{22,5}{53,0}$	$\frac{5,0}{17,5}$	$\frac{7,0}{11,3}$	$\frac{163,5}{633,4}$	$\frac{68,0}{126,1}$	$\frac{6,0}{18,0}$	44,0	-
Тамерон, 75 % в.д.г. – 25 г/га (эталон)	$\frac{29,0}{78,8}$	$\frac{27,0}{32,6}$	$\frac{+34,5*}{+48,7*}$	$\frac{48,9}{66,0}$	$\frac{50,0}{49,3}$	100	$\frac{35,0}{48,3}$	$\frac{57,9}{71,5}$	$\frac{75,0}{77,8}$	48,4	4,4
Унико, ККР – 1,0 л/га	$\frac{57,4}{94,6}$	$\frac{27,0}{53,7}$	$\frac{37,9}{+39,8*}$	$\frac{75,6}{91,9}$	$\frac{50,0}{49,3}$	$\frac{57,1}{66,4}$	$\frac{36,8}{55,8}$	$\frac{53,2}{84,5}$	$\frac{83,3}{88,9}$	49,9	5,9
Унико, ККР – 1,5 л/га	$\frac{64,8}{96,2}$	$\frac{27,0}{54,9}$	$\frac{48,3}{+13,3*}$	$\frac{88,9}{96,2}$	$\frac{70,0}{53,3}$	$\frac{64,3}{86,7}$	$\frac{70,6}{77,7}$	$\frac{65,7}{90,5}$	$\frac{83,3}{84,4}$	50,8	6,8
НСР ₀₅										3,2	

Примечание: +* увеличение, % к контролю без прополки.

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе флаг-лист культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 163,5 шт/м², вегетативная масса – 633,4 г/м² (таблица 1).

Следует отметить, что некоторые сорные растения в момент обработки в фазе флаг-лист культуры были переросшими и их стадия развития по ВВСН была: марь белая – ст. 21-44; горец вьюнковый – ст. 19-33; фиалка полевая – 24-35; звездчатка средняя – ст. 23-36; подмаренник цепкий – ст. 18-38; пастушья сумка – ст. 18-23; осот полевой – ст. 24-32; ярутка полевая – ст. 18-23; падалица рапса – ст. 21-33.

Под действием гербицида Унико, ККР численность мари белой снижалась на 57,4–64,8 %, вегетативная масса уменьшалась на 94,6–96,2 %. В эталонном варианте с применением гербицида Тамерон, 75 % в.д.г. (трибенурон-метил) гибель мари белой составляла 29,0 % по численности и 78,8 % – по вегетативной массе. Опрыскивание посевов гербицидами в данной фазе развития культуры показало недостаточное действие на горец вьюнковый и фиалку полевую. Так, при внесении гербицида Унико, ККР гибель горца вьюнкового была на уровне эталона и его численность снижалась на 27,0 %, масса – на 53,7–54,9 % (в эталоне 27,0 % и 32,6 % соответственно). Во всех вариантах опыта отмечено увеличение массы фиалки полевой по отношению к контрольному варианту без прополки. На 75,6–88,9 % уменьшалась численность и на 91,9–96,2 % – вегетативная масса звездчатки средней под действием гербицида Унико, ККР. В эталонном варианте гибель звездчатки средней составляла 48,9 % по численности и 66,0 % – по массе. Численность подмаренника цепкого и пастушьей сумки в вариантах с применением гербицида Унико, ККР уменьшалась на 50,0–70,0 % и 57,1–64,3 %, вегетативная масса снижалась на 49,3–53,3 % и 66,4–86,7 %. В эталоне гибель подмаренника цепкого составляла 50,0 % по численности и 49,3 % – по массе. Полностью (100 %) погибала пастушья сумка.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета мари белой и фиалки полевой) в вариантах с внесением гербицида Унико, ККР составляла 53,2–65,7 % при снижении вегетативной массы на 84,5–90,5 % (в эталоне – 57,9 % и 71,5 % соответственно).

Под действием гербицида Унико, ККР численность осота полевого уменьшалась на 83,3 %, масса снижалась на 84,4–88,9 %. В эталонном варианте его гибель составляла 75,0 % по численности и 77,8 % – по массе.

При применении гербицида Унико, ККР в фазе кущения культуры средняя урожайность зерна яровой пшеницы составляла 52,1–54,8 ц/га, в фазе флаг лист культуры – 49,9–50,8 ц/га (в эталонных вариантах – 52,3 и 48,4 ц/га) при урожае в контроле без прополки 44,0 ц/га (таблица 1).

В условиях 2020 г. до внесения гербицидов в фазе кушения пшеницы яровой общая численность сорных растений составляла 91,0–176,0 шт/м², в фазе флаг-лист – 213,0–251,0 шт/м².

Доминировали такие сорные растения, как марь белая, звездчатка средняя, трехреберник непахучий, подмаренник цепкий, пастушья сумка, ярутка полевая, яснотка пурпурная, осот полевой и др.

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе кушения культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 152,0 шт/м², вегетативная масса – 425,1 г/м² (таблица 2).

На высоком фоне засоренности посевов марью белой при применении гербицида Унико, ККР ее численность снижалась на 37,6–55,3 %, масса уменьшалась на 65,0–86,9 %. В эталонном варианте с внесением гербицида Примадонна, СЭ марь белая погибала полностью (100 %). На 87,5–100 % погибал горец вьюнковый при уменьшении массы на 95,8–100 % под действием гербицида Унико, ККР при полной (100 %) гибели в эталоне. При опрыскивании посевов гербицидом Унико, ККР полностью (100 %) погибали звездчатка средняя и подмаренник цепкий. В эталоне гибель звездчатки средней составляла 93,8 % по численности и 98,9 % – по массе, подмаренник цепкий погибал полностью (100 %).

Численность всех однолетних двудольных сорных растений (без учета мари белой) под действием гербицида Унико, ККР уменьшалась на 97,2–99,1 %, вегетативная масса снижалась на 91,5–92,0 %. В эталонном варианте значения данных показателей были – 97,2 % (по численности), 90,1 % (по вегетативной массе).

Под действием гербицида Унико, ККР численность осота полевого уменьшалась на 63,2–65,8 %, вегетативная масса снижалась на 87,6–88,3 % при гибели в эталоне на 52,6 % и уменьшении массы на 86,5 % (таблица 2).

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе флаг-лист культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 134,5 шт/м² с вегетативной массой 412,0 г/м² (таблица 2).

Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное гербицидное действие на марь белую: численность данного сорного растения от действия гербицида Унико, ККР снижалась на 28,2–30,4 %, масса – на 32,9–54,5 % (в эталонном варианте – 25,9 % и 33,1 % соответственно). На 94,7 % снижалась численность и на 98,5 % – вегетативная масса горца вьюнкового под действием гербицида Унико, ККР при гибели в эталоне на 89,4 % по численности и на 92,3 % – по массе. При внесении гербицида Унико, ККР гибель звездчатки средней составляла

92,3–100 %, масса уменьшалась на 98,4–100 %. В эталонном варианте с применением гербицида Тамерон, 75 % в.д.г. гибель горца вьюнкового составляла 89,4 % при снижении массы на 92,3 %. На 69,2–100 % снижалась численность и на 85,7–100 % – масса подмаренника цепкого под действием гербицида Унико, ККР (в эталоне – 69,2 % и 82,9 % соответственно).

Таблица 2 – Эффективность гербицида Унико, ККР в посевах пшеницы яровой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, % к контролю без прополки массы сорных растений							Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	мари белой	горца вьюнкового	звездчатки средней	подмаренника цепкого	всех однолетних двудольных	всех однолетних двудольных (без учета мари белой)	осога полевого		
Внесение в фазе кущения культуры (учет 29 июня)									
Контроль без прополки	<u>98,5</u> 191,0	<u>8,0</u> 23,8	<u>8,0</u> 47,0	<u>6,5</u> 13,5	<u>152,0</u> 425,1	<u>53,5</u> 234,1	<u>19,0</u> 143,0	58,4	-
Примадонна, СЭ – 0,8 л/га (эталон)	100	100	<u>93,8</u> 98,9	100	<u>99,0</u> 99,7	<u>97,2</u> 90,1	<u>52,6</u> 86,5	66,3	7,9
Унико, ККР – 1,0 л/га	<u>37,6</u> 65,0	<u>87,5</u> 95,8	100	100	<u>58,6</u> 83,9	<u>97,2</u> 92,0	<u>65,8</u> 88,3	64,6	6,2
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>55,3</u> 86,9	100	100	100	<u>70,7</u> 94,0	<u>99,1</u> 91,5	<u>63,2</u> 87,6	65,7	7,3
Внесение в фазе флаг-лист культуры (учет 17 июля)									
Контроль без прополки	<u>92,0</u> 209,8	<u>9,5</u> 19,5	<u>6,5</u> 31,0	<u>6,5</u> 10,5	<u>134,5</u> 412,0	<u>34,5</u> 196,2	<u>34,0</u> 216,0	58,4	-
Тамерон, 75 % в.д.г. – 25 г/га (эталон)	<u>25,9</u> 33,1	<u>89,4</u> 92,3	<u>84,6</u> 93,5	<u>69,2</u> 82,9	<u>45,5</u> 65,6	<u>68,1</u> 91,5	<u>89,7</u> 94,1	61,6	3,2
Унико, ККР – 1,0 л/га	28,2 32,9	<u>94,7</u> 98,5	<u>92,3</u> 98,4	<u>69,2</u> 85,7	<u>22,7</u> 54,0	<u>76,8</u> 81,7	<u>70,6</u> 73,6	63,1	4,7
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>30,4</u> 54,5	<u>94,7</u> 98,5	100	100	<u>45,0</u> 74,6	<u>94,2</u> 98,8	<u>91,2</u> 91,1	64,3	5,9
НСР ₀₅								2,6	

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета мари белой) в вариантах с применением гербицида Унико, ККР составляла 76,8–94,2 % при снижении вегетативной массы на 81,7–98,8 %. В

эталонном варианте их численность снижалась на 68,1 %, масса уменьшалась на 91,5 %.

Под действием гербицида Унико, ККР на 70,6–91,2 % погибал осот полевой, его вегетативная масса уменьшалась на 73,6–91,1 %. В эталонном варианте гибель осота полевого составляла 89,7 % при уменьшении вегетативной массы на 94,1 % (таблица 2).

В вариантах с применением гербицида Унико, ККР в фазе кущения культуры средняя урожайность зерна пшеницы яровой составляла 64,6–65,7 ц/га, в фазе флаг лист культуры – 63,1–64,3 ц/га (в эталонных вариантах 66,3 и 61,6 ц/га) при урожае в контроле без прополки 58,4 ц/га (таблица 2).

В условиях 2019 г. до внесения гербицидов в фазе кущения ячменя ярового численность всех сорных растений составляла 113,0–128,0 шт/м², в фазе флаг-лист – 136,0–166,0 шт/м².

Доминировали такие сорные растения, как марь белая, яснотка пурпурная, звездчатка средняя, фиалка полевая, трехреберник непахучий, пастушья сумка, и др.

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе кущения культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 154,5 шт/м² с вегетативной массой 177,0 г/м² (таблица 3).

При опрыскивании посевов ячменя ярового гербицидом Унико, ККР гибель мари белой (на высоком фоне засоренности) составляла 46,0–49,4 %, при этом ее вегетативная масса уменьшалась на 63,0–73,9 %. В эталонном варианте с применением гербицида Примадонна, СЭ гибель мари белой составляла 96,6 % по численности и 96,7 % – по массе. На 75,0–79,2 % погибала фиалка полевая под действием гербицида Унико, ККР и на 75,0 % – в эталонном варианте, ее вегетативная масса уменьшалась на 60,7–64,3 % и 78,6 % соответственно. Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибали трехреберник непахучий, пастушья сумка, звездчатка средняя. От действия гербицида Унико, ККР на 84,1–92,8 % снижалась численность и на 82,7–93,3 % – вегетативная масса яснотки пурпурной. В эталоне ее гибель составляла 21,7 % по численности и 22,7 % – по массе.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и мари белой) при применении гербицида Унико, ККР составляла 92,4–95,5 %, при этом их вегетативная масса уменьшалась на 94,0–96,2 %. В эталонном варианте их численность снижалась на 71,7 %, масса – на 74,4 %.

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе флаг-лист культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 183,5 шт/м² с вегетативной массой 243,5 г/м² (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицида Унико, ККР в посевах ячменя ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Снижение <u>численности сорных растений</u> , % к контролю без прополки массы сорных растений								Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	мари белой	фиалки полевой	трехреберника непасушьего	пасушьей сумки	звездчатки средней	яснотки пурпурной	всех однолетних двудольных	всех однолетних двудольных (без учета фиалки полевой и мари белой)		
Внесение в фазе кущения культуры (учет 22 июня)										
Контроль без прополки	<u>43,5</u> 46,0	<u>12,0</u> 14,0	<u>6,0</u> 8,5	<u>20,5</u> 24,0	<u>7,5</u> 7,0	<u>34,5</u> 37,5	<u>154,5</u> 177,0	<u>99,0</u> 117,0	41,2	-
Примадонна, СЭ – 0,8 л/га (эталон)	<u>96,6</u> 96,7	<u>75,0</u> 78,6	100	100	100	<u>21,7</u> 22,7	<u>79,0</u> 80,5	<u>71,7</u> 74,4	48,2	7,1
Унико, ККР – 1,0 л/га	<u>49,4</u> 63,0	<u>75,0</u> 60,7	100	100	100	<u>84,1</u> 82,7	<u>79,9</u> 83,3	<u>92,4</u> 94,0	47,4	6,2
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>46,0</u> 73,9	<u>79,2</u> 64,3	100	100	100	<u>92,8</u> 93,3	<u>80,3</u> 87,9	<u>95,5</u> 96,2	49,3	8,1
Внесение в фазе флаг-лист культуры (учет 11 июля)										
Контроль без прополки	<u>39,5</u> 67,5	<u>10,0</u> 12,5	<u>11,5</u> 22,5	<u>18,5</u> 22,5	<u>15,0</u> 11,0	<u>13,0</u> 11,8	<u>183,5</u> 243,5	<u>134,0</u> 163,5	41,2	-
Тамерон, 75 % в.д.г. – 25 г/га (эталон)	<u>68,4</u> 33,1	<u>30,0</u> 36,0	<u>91,3</u> 91,1	<u>86,5</u> 82,2	<u>75,6</u> 80,4	<u>46,2</u> 40,4	<u>69,2</u> 77,9	<u>72,4</u> 78,1	47,3	6,1
Унико, ККР – 1,0 л/га	<u>32,2</u> 31,1	<u>35,5</u> 32,0	100	<u>70,3</u> 77,8	<u>90,2</u> 90,2	<u>30,8</u> 40,4	<u>52,0</u> 59,4	<u>68,3</u> 73,2	44,7	3,6
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>38,4</u> 37,0	<u>55,0</u> 50,0	100	100	100	<u>61,5</u> 61,7	<u>64,6</u> 66,3	<u>82,8</u> 79,7	45,5	4,3
НСР ₀₅									3,3	

Во всех вариантах опыта отмечалось недостаточное гербицидное действие на мари белую и фиалку полевую. Так, при применении гербицида Унико, ККР численность мари белой снижалась на 32,2–38,4 %, вегетативная масса уменьшалась на 31,1–37,0 %. В эталонном варианте с применением гербицида Тамерон, 75 % в.д.г. гибель мари белой составляла 68,4 % по численности и 33,1 % – по массе. На 35,5–55,0 % снижалась численность и на 32,0–50,0 % – масса фиалки полевой под действием гербицида Унико, ККР при ее гибели в эталоне на 30,0 % и

36,0 % соответственно. Полностью (100 %) погибал трехреберник пахучий при опрыскивании посевов гербицида Унико, ККР при гибели в эталонном варианте на 91,3 % – по численности и 91,1 % – по массе. Численность пастушьей сумки снижалась на 70,3–100 % и масса – на 77,8–100 % при применении гербицида Унико, ККР. В эталоне ее гибель составляла 86,5 %, масса уменьшалась на 82,2 %. Почти полностью (90,2–100 %) погибала звездчатка средняя при обработке посевов гербицидом Унико, ККР (в эталонном варианте на 75,6 % – снижение численности и на 80,4 % – массы). Под действием гербицида Унико, ККР гибель яснотки пурпурной составляла 30,8–61,5 % при уменьшении вегетативной массы на 40,4–61,7 %, в эталоне – 46,2 % и 40,4 % соответственно.

Гибель всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и мари белой) в вариантах с применением гербицида Унико, ККР составляла 68,3–82,8 %, масса уменьшалась на 73,2–79,7 %. В эталоне с внесением гербицида Тамерон, 75 % в.д.г. их гибель составляла 72,4 % и 78,1 % соответственно.

При проведении исследований во всех вариантах опыта получены достоверные прибавки урожая. Так, в вариантах с применением гербицида Унико, ККР в фазе кушения культуры средняя урожайность зерна ярового ячменя составляла 47,4–49,3 ц/га, величина сохраненного урожая равна 6,2–8,1 ц/га, в фазе флаг-лист – 44,7–45,5 ц/га и сохранено 3,6–4,3 ц/га при урожае в контрольном варианте без прополки 41,2 ц/га (таблица 3).

В условиях 2020 г. до внесения гербицидов в фазе кушения ячменя ярового произрастало 10 видов сорных растений, численность которых по вариантам составляла 136,0–160,0 шт/м², в фазе флаг-лист – 11 видов сорных растений численностью 145,3–192,0 шт/м².

Доминировали такие сорные растения, как мари белая, фиалка полевая, звездчатка средняя, пастушья сумка, подмаренник цепкий, горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.), осот полевой и др.

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе кушения культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 117,8 шт/м² с вегетативной массой 201,3 г/м² (таблица 4).

Под действием гербицида Унико, ККР гибель мари белой составляла 64,6–74,7 % с уменьшением вегетативной массы на 73,5–80,3 % при полной гибели в эталонном варианте. Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное действие на фиалку полевую. Так, численность фиалки полевой в вариантах с применением гербицида Унико, ККР снижалась на 20,0–28,0 %, масса уменьшалась на 51,5–63,6 %. В эталоне гибель фиалки полевой составляла 40,0 % по численности и 57,7 % – по массе. Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибали горец вьюнковый, пастушья сумка, звездчатка средняя, подмаренник цепкий.

Таблица 4 – Эффективность гербицида Унико, ККР в посевах ячменя ярового (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, % к контролю без прополки массы сорных растений								Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	мари белой	фиалки полевой	горца вьюнкового	пастушьей сумки	звездчатки средней	всех однолетних двудольных	всех однолетних двудольных (без учета фиалки полевой)	осота полевого		
Внесение в фазе кущения культуры (учет 25 июня)										
Контроль без прополки	<u>52,7</u> 88,0	<u>16,7</u> 22,0	<u>13,3</u> 24,7	<u>11,3</u> 20,0	<u>9,3</u> 22,7	<u>117,8</u> 201,3	<u>48,0</u> 91,3	<u>34,7</u> 100,0	65,3	-
Примадонна, СЭ – 0,8 л/га (эталон)	100	<u>40,0</u> 57,7	100	100	100	<u>90,1</u> 94,4	100	<u>63,5</u> 80,0	68,6	3,3
Унико, ККР – 1,0 л/га	<u>64,6</u> 73,5	<u>20,0</u> 51,5	100	100	100	<u>71,0</u> 78,0	<u>95,8</u> 88,7	<u>53,8</u> 60,0	68,2	2,9
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>74,7</u> 80,3	<u>28,0</u> 63,6	100	100	100	<u>78,4</u> 87,4	100	<u>63,5</u> 66,0	68,6	3,2
Внесение в фазе флаг-лист культуры (учет 11 июля)										
Контроль без прополки	<u>74,7</u> 96,7	<u>26,0</u> 31,3	<u>10,0</u> 20,7	<u>10,0</u> 16,7	<u>11,3</u> 25,3	<u>132,0</u> 190,7	<u>31,3</u> 62,7	<u>34,7</u> 167,3	65,3	-
Тамерон, 75 % в.д.г. – 25 г/га (эталон)	<u>61,2</u> 63,1	<u>33,3</u> 53,2	<u>73,3</u> 71,0	<u>80,0</u> 88,0	<u>88,2</u> 80,8	<u>74,4</u> 79,9	<u>85,0</u> 83,5	<u>57,7</u> 69,7	68,3	3,0
Унико, ККР – 1,0 л/га	<u>55,4</u> 71,0	<u>15,4</u> 43,6	<u>60,0</u> 54,8	<u>80,0</u> 88,0	<u>88,2</u> 93,4	<u>51,5</u> 68,5	<u>72,3</u> 77,1	<u>42,3</u> 49,8	67,3	2,0
Унико, ККР – 1,5 л/га	<u>64,3</u> 73,1	<u>20,5</u> 46,8	<u>73,3</u> 75,8	<u>86,7</u> 92,0	<u>94,1</u> 97,4	<u>60,1</u> 73,6	<u>83,0</u> 87,8	<u>59,6</u> 70,9	67,7	2,4
НСР ₀₅									1,2	

Численность всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и мари белой) в вариантах с применением гербицида Унико, ККР снижалась на 95,8–100 %, масса уменьшалась на 88,7–100 % при полной гибели в эталонном варианте.

Гибель осота полевого под действием гербицида Унико, ККР (на высоком фоне засоренности) составляла 53,8–63,5 % по численности и 60,0–66,0 % – по массе (в эталоне – 63,5 % и 80,0 % соответственно).

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в фазе флаг-лист культуры численность всех однолетних двудольных сорных растений в контроле без прополки составляла 132,0 шт/м², их вегетативная масса – 190,7 г/м² (таблица 4).

Под действием гербицида Унико, ККР гибель мари белой составляла 55,4–64,3 % при уменьшении вегетативной массы на 71,0–73,1 %. В эталоне численность мари белой снижалась на 61,2 %, вегетативная масса уменьшалась на 63,1 %. Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное гербицидное действие на фиалку полевую. При опрыскивании посевов гербицидом Унико, ККР численность фиалки полевой снижалась на 15,4–20,5 % при уменьшении вегетативной массы на 43,6–46,8 %. В эталонном варианте гибель фиалки полевой составляла 33,3 % по численности и 53,2 % – по массе. На 60,0–73,3 % снижалась численность горца вьюнкового, его масса уменьшалась на 54,8–75,8 % (в эталоне – на 73,3 % и 71,0 % соответственно). Применение гербицида Унико, ККР позволило снизить численность пастушьей сумки на 80,0–86,7 %, массу – на 88,0–92,0 %. В эталонном варианте гибель пастушьей сумки составляла 80,0 % по численности и 88,0 % – по массе. На 88,2–94,1 % снижалась численность и на 93,4–97,4 % – вегетативная масса звездчатки средней под действием гербицида Унико, ККР. В эталоне с применением гербицида Тамерон, 75 % в.д.г. гибель звездчатки средней составляла 88,2 %, масса уменьшалась на 80,8 %.

Численность всех однолетних двудольных сорных растений (без учета фиалки полевой и мари белой) в вариантах с внесением гербицида Унико, ККР снижалась на 72,3–83,0 %, масса уменьшалась на 77,1–87,8 % при гибели в эталоне на 85,0 % и 83,5 % соответственно.

На высоком фоне засоренности осотом полевым его гибель под действием гербицида Унико, ККР составляла 42,3–59,6 %, масса уменьшалась на 49,8–70,9 %, в эталоне его численность снижалась на 57,7 %, масса – на 69,7 %.

В вариантах с применением Унико, ККР в фазе кущения культуры средняя урожайность зерна ярового ячменя составляла 68,2–68,6 ц/га, в фазе флаг-лист – 67,3–67,7 ц/га при урожае в контроле без прополки 65,3 ц/га. Величина сохраненного урожая составляла 2,9–3,2 ц/га и 2,0–2,4 ц/га соответственно.

Выводы. При проведении исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности нового комбинированного гербицида Унико, ККР установлено, что данный гербицид высокоэффективен против однолетних и некоторых многолетних (осот полевой) двудольных сорных растений при прополке посевов пшеницы яровой и ячменя ярового в фазе кущения и флаг-лист культур.

Гербицид Унико, ККР (флуроксипир, 100 г/л + флорасулам, 2,5 г/л) производства АО «Щелково Агрохим», Россия рекомендован «Дополнением 1» и «Дополнением 2» к «Государственному реестру средств защиты

растений и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для защиты посевов пшеницы озимой и яровой, ячменя ярового и тритикале озимого в фазе кушение или флаг-лист культур в норме 1,0–1,5 л/га, а также в фазе колошения пшеницы озимой и яровой, ячменя ярового – в норме 1,5 л/га, от однолетних двудольных и некоторых многолетних двудольных (осот полевой, бодяк полевой).

Список литературы

1. Глоссарий: основные термины и определения в сельскохозяйственной гербологии и земледелии / Ф. И. Привалов [и др.]; под ред.: Ю. Я. Спиридонова, В. В. Лапа; НАН РБ, НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 67 с.
2. Возделывание яровой пшеницы / С.И. Гриб [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси. НПЦ НАН Беларуси по земледелию: рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – с. 63-78.
3. Возделывание ячменя продовольственного / М.А. Кадыров [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси. НПЦ НАН Беларуси по земледелию: рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – с. 108-119.
4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укруп. тип. им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Лунева, Н.Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник; под ред. И.Я. Гричанова. – СПб.: ВИЗР, 2018. – 80 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 26).

S.V. Soroka, L.I. Soroka, V.A. Shchuko, I.Yu. Petrovets, M.A. Mironova
RUE «Institute of plant Protection» Priluki, Minsk region

HERBICIDE UNIKO, CSC FOR SPRING CEREAL CROPS PROTECTION AGAINST WEED PLANTS

Annotation. In the article the results of researches on biological and economic efficiency of a new herbicide Uniko, CSC (fluroхурур, 100 g/l + florasulam, 2,5 g/l) AO “Shehelkovo Agrokhim”, Russia production are presented. It is determined that by this herbicide application in spring wheat and barley at tillering stage, the biological efficiency has made more than 90,0 %, by crops weeding at flag leaf stage – the efficiency has made 80,0–85,0 %, for this, the reliable yield increase has made 80,0–85,0.

Key words: spring wheat, spring barley, weed plants, herbicide, efficiency, yield.

Р.В. Супранович, Е.Е. Берлинчик, С.О. Моштыль

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА ЛАЙФЛАЙН, ВР В ПРИСТВОЛЬНЫХ ПОЛОСАХ САДА

Дата поступления статьи в редакцию: 04.04.2022

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

Аннотация. В полевых опытах проведены исследования по оценке биологической эффективности гербицида Лайфлайн, ВР (глюфосинат аммония, 280 г/л), ЮПЛ Холдингс Кооператив Ю.А., Нидерланды, в приствольных полосах яблоневого сада.

Установлено, что гербицид Лайфлайн, ВР в нормах расхода 1,1 и 1,8 л/га при трехкратном применении в плодовых насаждениях показал высокую биологическую эффективность против многолетних и однолетних сорняков (100 %). К моменту уборки урожая приствольные полосы сада были чистыми от сорной растительности, что очень важно при проведении уборки урожая.

На основании полученных данных гербицид Лайфлайн, ВР (глюфосинат аммония, 280 г/л) включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Ключевые слова: сорные растения, яблоня, гербицид, эффективность.

Введение. В садах Беларуси встречается более 300 видов сорных растений, но наиболее распространено около 40 видов [1]. Видовой состав и встречаемость сорняков изменяется с возрастом сада. В молодых садах преобладают однолетние, в садах старшего возраста – многолетние сорные растения. Они конкурируют с культурными растениями за площадь обитания, воду, питательные вещества и свет, затрудняют уход за культурой и усложняют уборку, часто являются резервуарами вредителей и возбудителей болезней. Совокупностью этих свойств они отрицательно влияют на качество и урожайность плодовых культур, сохранность плодов при хранении, чем приносят значительный экономический вред.

В «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в насаждениях яблони и груши для уничтожения сорняков можно использовать 26 гербицидов [2]. Ввиду широкого спектра действия и сравнительно невысокой стоимости обработки, наиболее простое распространение в промышленных насаждениях получили препараты на основе глифосата. Чаще всего в хозяйствах гербициды применяют однократно, после цветения культур, в период интенсивного роста сорной

растительности. Поэтому к моменту уборки урожая приствольные полосы сада зарастают высокорослыми сорняками, что затрудняет съём плодов. Кроме того, при применении глифосатсодержащих препаратов необходимо соблюдать некоторые меры предосторожности: удалять прикорневую поросль, не допускать попадания гербицидов на зеленые части и штамбы деревьев, особенно молодых.

В связи с этим, целью настоящей работы являлось изучение эффективности контактных гербицидов в семечковых садах, более безопасных для плодовых деревьев и обеспечивающих свободную от сорной растительности приствольную полосу в предуборочный период.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области. Сорт яблони Сябрына, посадка – осень 2013 г., схема посадки 4,0 × 2,0 м. В полевом опыте оценивали биологическую эффективность гербицида Лайфлайн, ВР (глифосинат аммония, 280 г/л), ЮПЛ Холдингс Кооператив Ю. А., Нидерланды, с нормами расхода 1,1 и 1,8 л/га.

Для внесения препаратов использовали ранцевый опрыскиватель. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Изучаемый препарат применяли 3-кратно в следующие сроки: первая обработка – до начала цветения сорняков; последующие две – после отрастания сорной растительности.

Оценку биологической эффективности гербицида проводили по снижению засоренности приствольных полос яблони сорной растительностью [3, 4].

Погодные условия в период проведения испытаний складывались следующим образом.

В мае среднесуточная температура воздуха составила +10,8 °С, выпало 45,7 мм осадков. В день проведения первой обработки (21 мая) была солнечная, без осадков погода, температура воздуха +15...+17 °С.

В июне погода была теплой. Среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах от +23,6 °С до +27,7 °С. Выпавшие во второй и третьей декадах осадки, высокая относительная влажность воздуха способствовали интенсивному росту и развитию сорных растений.

В первой декаде июля установилась сухая и жаркая погода. Среднесуточная температура воздуха составила +21,9 °С, что выше нормы. Осадков выпало мало – 2 мм. В этот период была проведена вторая обработка (1 июля) гербицидами против сорняков. В день обработки было солнечно и безветренно. Среднесуточная температура воздуха в июле месяце составила 19,8 °С. Однако, в дальнейшем во второй и третьей декадах прошли дожди, что способствовало росту и развитию сорняков.

Необходимо отметить благоприятные условия для произрастания сорных растений, которые сложились в августе месяце. Среднесуточная температура воздуха в августе составила +16,6 °С. Сумма осадков

составила 123,8 мм. Теплая погода и достаточное количество осадков в августе способствовали высокой засоренности в приствольных полосах сада, поэтому 25 августа была проведена третья обработка гербицидами.

Первая и вторая декады сентября характеризовались неустойчивой погодой. Средняя температура в первой декаде составила +12,6 °С, во второй декаде – +10,8 °С. В первой декаде осадков выпало 9,1 мм, во второй – 39,5 мм, что ниже нормы на 91,0–60,5 % соответственно. В третьей декаде сентября отмечено понижение температуры воздуха, среднесуточная температура составила +4,8...+8,0 °С, что ниже климатической нормы на 4,0–5,0 °С. Осадков выпало 4,1 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Первая обработка была проведена 21 мая, до начала цветения сорняков. Доминирующими видами сорных растений в приствольных полосах яблони до обработки являлись: из многолетних – клевер белый (*Trifolium repens* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), ясколка обыкновенная (*Cerastium holosteoides* Fries.); из однолетних – мятлик однолетний (*Poa annua* L.), герань рассеченная (*Geranium dissectum* L.), фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.), коoster безостый (*Bromopsis inermis* Leys.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill).

Количественно-весовой учет сорняков был проведен через 28 дней после обработки (18 июня). Установлено, что в варианте с применением гербицида Лайфлайн, ВР в максимальной норме расхода (1,8 л/га) полностью погибли осот розовый (бодяк), полынь обыкновенная, ясколка обыкновенная, щавель малый (таблица 1). Биологическая эффективность гербицида против однолетних сорняков была высокой и составила 97,0 %.

В варианте с минимальной нормой расхода гербицида Лайфлайн, ВР (1,1 л/га) биологическая эффективность против многолетних сорняков составила 68,6 %, что было на уровне эталона. Низкая биологическая эффективность гербицида отмечена против пырея ползучего (15,2 %) и фиалки трехцветной (21,1 %). По численности против однолетних сорных растений эффективность препарата в данной норме расхода была ниже эталона и составила 70,7 %, по сырой массе – на уровне эталона (таблица 1).

К началу июля в приствольных полосах сада начали отрастать клевер белый, пырей ползучий, одуванчик лекарственный, появились всходы мятлика однолетнего и коостра безостого.

1 июля была проведена вторая обработка гербицидом Лайфлайн, ВР. После внесения гербицидов в течение 10 дней стояла сухая, жаркая погода, из-за недостатка влаги сорняки развивались медленно, поэтому эффективность препаратов через 28 дней после обработки против многолетних сорных растений была несколько ниже, чем после первой обработки (таблица 2).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Лайфлайн, ВР в насаждениях яблони через 28 дней после первой обработки (полевой опыт, КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, учет 18.06.2021 г.)

Виды сорных растений	Гибель сорняков, % к контролю				Снижение массы сорняков, % к контролю			
	Лайфлайн, ВР, 1,1 л/га	Лайфлайн, ВР, 1,8 л/га	Баста, ВР, 2,0 л/га (эталон)	Контроль (без обработки)*	Лайфлайн, ВР, 1,1 л/га	Лайфлайн, ВР, 1,8 л/га	Баста, ВР, 2,0 л/га (эталон)	Контроль (без обработки)*
Многолетние								
Клевер белый	91,5	68,1	95,3	32,0	96,5	54,1	98,5	34,2
Пырей ползучий	15,2	54,3	45,6	23,0	60,2	58,1	29,2	37,0
Ясколка обыкновенная	94,2	100	42,0	21,0	97,3	100	26,0	18,5
Одуванчик лекарственный	66,3	63,1	92,6	9,5	98,4	96,1	94,3	65,0
Щавель малый	69,4	100	100	4,1	27,2	100	100	11,0
Осот полевой (желтый)	44,4	55,5	7,4	2,7	55,3	48,6	25,3	15,0
Осот розовый (бодяк полевой)	100	100	90,0	2,0	100	77,1	47,5	16,2
Полынь обыкновенная	70,5	100	100	1,7	84,3	100	100	3,2
Всего	68,6	73,5	69,2	96,0	83,4	77,5	68,1	200,1
Однолетние								
Мятлик однолетний	75,0	100	100	87,5	79,1	100	100	89,5
Герань расщепленная	86,6	96,6	100	15,0	45,5	98,0	100	10,1
Фиалка трехцветная	21,1	68,2	100	8,5	15,0	48,0	100	10,0
Костер безостый	46,6	93,3	96,0	7,5	21,3	88,7	92,1	8,9
Звездчатка средняя	100	100	32,6	5,2	100	92,0	16,0	12,5
Незабудка полевая	88,2	100	100	1,7	76,2	100	100	4,2
Мелколепестник канадский	100	100	100	0,2	100	100	100	2,0
Всего	72,2	97,0	96,4	125,6	70,3	94,6	91,8	137,2
ИТОГО	70,7	86,9	84,6	221,6	78,1	84,4	77,8	337,3

* В контроле – численность сорняков, шт/м² и масса сорняков, г/м².

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида Лайфлайн, ВР в насаждениях яблони через 28 дней после второй обработки (полевой опыт, КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области, учет 29.07.2021 г.)

Виды сорных растений	Гибель сорняков, % к контролю				Снижение массы сорняков, % к контролю			
	Лайфлайн, ВР, 1,1 л/га	Лайфлайн, ВР, 1,8 л/га	Баста, ВР, 2,0 л/га (эталон)	Контроль (без обработки)*	Лайфлайн, ВР, 1,1 л/га	Лайфлайн, ВР, 1,8 л/га	Баста, ВР, 2,0 л/га (эталон)	Контроль (без обработки)*
Многолетние								
Клевер белый	75,2	96,1	89,0	18,2	65,4	86,1	89,7	36,2
Пырей ползучий	61,5	74,3	57,2	11,7	87,1	80,1	29,2	38,7
Одуванчик лекарственный	44,0	65,4	58,0	10,7	45,1	83,2	68,5	47,7
Осот розовый (бодяк полевой)	65,7	14,3	14,3	3,5	62,5	31,5	62,5	20,0
Осот полевой	100	83,3	33,3	3,0	97,7	97,7	42,5	8,7
Щавель малый	29,4	70,5	11,0	1,7	16,0	96,0	16,0	5,0
Всего	64,3	76,6	63,1	48,8	65,5	78,4	72,6	161,3
Однолетние								
Мятлик однолетний	100	100	75,3	14,2	100	100	85,2	25,0
Герань расщепленная	15,0	25,0	50,0	2,0	26,0	40,0	30,0	5,0
Костер безостый	100	100	50,0	1,0	100	100	85,7	3,5
Всего	90,1	91,3	70,9	17,2	87,0	89,5	73,0	28,5
ИТОГО	71,1	80,5	65,1	66,0	66,2	80,1	72,7	189,8

* В контроле – численность сорняков, шт/м² и масса сорняков, г/м².

Количественно-весовой учет показал, что общая гибель многолетних сорных растений на вариантах с применением гербицида Лайфлайн составила 64,3–76,6 % по численности, 65,5–78,4 % – по массе. Мятлик однолетний и костер безостый погибли полностью, а против герани расщепленной эффективность всех гербицидов была низкой.

Теплая погода и достаточное количество осадков в августе способствовали росту и развитию сорных растений в приствольных полосах сада. В третьей декаде августа (25 августа) была проведена третья обработка гербицидами.

Учет, проведенный через 27 дней после третьей обработки (22 сентября), также показал высокую биологическую эффективность гербицидов против многолетних и однолетних сорных растений как по снижению численности, так и сырой массы (100 %).

Заключение. Гербицид Лайфлайн, ВР в нормах расхода 1,1 и 1,8 л/га при трехкратном применении в плодовых насаждениях показал высокую биологическую эффективность против многолетних и однолетних сорняков. К моменту уборки урожая приствольные полосы сада были чистыми от сорной растительности, что очень важно при проведении уборки урожая.

На основании полученных данных гербицид Лайфлайн, ВР (глюфосинат аммония, 280 г/л), ЮПЛ Холдингс Кооператив Ю. А., Нидерланды, включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Список литературы

1. Брукиш, Т.П. Биологическое обоснование защиты яблоневого сада интенсивного типа и питомника от сорных растений: автореф. дис. ... канд. с.-х наук. О6.01.11 / Т. П. Брукиш; РУП «Ин-т защиты растений». – п. Прилуки, Минский район, 2004. – 20 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / авт. сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного», 2007. – 58 с.
4. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н.И. Протасов, К.П. Паденов, П.М. Шершнев. – Минск: Урожай, 1987. – 272 с.

R.V. Supranovich, E.E. Berlinchik, S.O. Moshtyl
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

EFFICIENCY OF LIFILINE, WS HERBICIDE IN NEAR TRUNK LANES OF THE GARDEN

Annotation. The research on evaluating the biological efficiency of Lifeline, WS herbicide (glufosinate ammonium, 280 g/l), UPL Holdings Ltd, the Netherlands, was carried out in the field experiments in near trunk lanes of the apple garden.

It's established that Lifeline, WS with a three time application to fruit plants in a dose of 1,1 and 1,8 l/ha showed a high biological efficiency against perennial and annual weeds (100 %). By the time of harvesting near trunk lanes of the garden were free of weed plants, which was very important for harvesting.

On the basis of the obtained data Lifeline, WS (glufosinate ammonium, 280 g/l) was included in the State List of Plant Protection Means and Fertilizers Approved for Use in the Republic of Belarus.

Key words: weed plants, apple tree, herbicide, efficiency.

Е.А. Якимович

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

ВРЕДНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОДНОЛЕТНИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Дата поступления статьи в редакцию: 27.05.2022

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

Аннотация. Проведены исследования по изучению вредоносности сорных растений при различных схемах и сроках посева однолетних лекарственных культур. Снижение урожайности *Calendula officinalis* L. на 20–25 % от максимального урожая соцветий при возделывании с шириной междурядий в 45 см начинается через 10–13 дней совместной вегетации культуры и сорняков; плодов *Silybum marianum* L. (45 и 15 см) – через 16–23 дня; соцветий *Matricaria chamomilla* L. при весеннем посеве (12,5 и 45 см) – через 11–19 дней, при подзимнем посеве (45 см) – через 40–50 дней. Ромашка аптечная при возделывании с шириной междурядий 12,5 см при подзимнем посеве достаточно конкурентоспособна к сорным растениям. Посевы *Matricaria chamomilla* L. и *Silybum marianum* L. при возделывании с междурядьями 12,5 и 15 см более конкурентоспособны к сорным растениям, чем широкорядные посевы (45 см); при подзимнем посеве *Matricaria chamomilla* L. отмечено лучшее подавление сорняков, чем при весеннем. Относительный коэффициент вредоносности сорных растений составляет от 0,19 до 1,92 %.

Ключевые слова: ромашка аптечная, расторопша пятнистая, календула лекарственная, сорные растения, вредоносность сорняков, потери урожая.

Введение. Ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) и расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.) – однолетние лекарственные растения. Для лекарственных целей у ромашки аптечной и календулы лекарственной используют цветочные корзинки, у расторопши пятнистой – зрелые плоды [1].

В медицинской практике препараты ноготков (календулы) применяют наружно как ранозаживляющее средство, внутрь – при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, при гастритах, болезнях печени; цветочные корзинки ромашки аптечной – как противовоспалительное и спазмолитическое средство при лечении колитов, хронических гастритах, язвенной болезни желудка; как успокаивающие нервную систему; плоды расторопши пятнистой – для лечения болезней печени, селезенки, при желчнокаменной болезни, желтухе и хроническом кашле [1, 2].

Среди агротехнологических факторов, определявших реализацию биологического потенциала лекарственных растений, ведущая роль принадлежит мероприятиям по освобождению посевов от сорняков [3].

Уровень вредоносности сорных растений не является постоянной величиной и зависит как от метеорологических условий периода вегетации, так и от уровня плодородия почвы, биологических свойств конкурирующих растений, интенсивности нарастания биомассы сорняков и культурных растений, технологии обработки почвы, видов используемых удобрений, гербицидов, нормы высева семян и т.д. [4]. Вредоносность сорняков определяется не только их количеством и видовым составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в определенные периоды вегетации. В силу биологических особенностей всходы сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур могут появляться в течение всего вегетационного периода.

Возделывание ромашки аптечной с шириной междурядий 45 см благоприятствует росту сорных растений, которые угнетают развитие культуры [5]; в узких междурядьях (10 см) культура наиболее конкурентоспособна по отношению к сорным растениям [6].

Срок прополки следует определять, основываясь на чувствительности лекарственной культуры к наличию сорных растений. Критический период вредоносности сорных растений – это период вегетации лекарственного растения, при котором оно проявляет максимальную чувствительность к воздействию сорняков, которые в данный период должны быть уничтожены с целью сохранения урожайности культуры. Установлено, что в посевах женьшеня (*Zingiber officinale* Roscoe) период безопасного произрастания сорных растений составляет 30–45 дней после посева культуры, для тмина (*Cuminum cyminum* L.) – 24–38 дней. Критический период вредоносности в виде 5 % и 10 % потерь урожая для семян подорожника (*Plantago ovate* Forssk.) установлен как 21–52 и 26–38 дней после посева, для биомассы шалфея (*Salvia officinalis* L.) – 22–98 и 25–85 дней, соответственно [7].

По данным Загуменникова (2006) потери урожая лекарственных растений в размере 10–25 % могут быть восполнены за счет исключения дополнительных расходов на уборку, сушку и послеуборочную доработку лекарственного сырья; 25–50 % относятся к критическим и хозяйственно-невосполнимым; более 50 % урожая – к биологически неоправданным [3].

Целью наших исследований явилось определение вредоносности сорных растений при различных схемах и сроках посева однолетних лекарственных культур.

Методика проведения исследований. Опыты проводились в 2013–2016 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений»

(аг. Прилуки, Минского района). Ромашка аптечная высевалась весной и в подзимний посев с шириной междурядий 12,5 и 45 см, расторопша пятнистая – 15 и 45 см, календула лекарственная – 45 см. Уборка урожая соцветий и плодов проводилась вручную.

Исследования по изучению вредоносности сорняков выполняли по общепринятым методикам [8, 9]. Делянки в первый раз пропалывали через 20 дней после посева, а затем каждые 10 дней. Учет длительности произрастания сорных растений в посевах ромашки аптечной при подзимнем посеве проводился с даты появления всходов культуры весной. При прополке взвешивали сырую вегетативную массу сорных растений с 1 м². Площадь делянки: общая – 3 м², учетная – 1 м², повторность шестикратная, расположение делянок блоками.

При уборке учитывали высоту растений лекарственных культур и их надземную массу в сыром виде. Уборка лекарственного сырья (соцветий и плодов) проводилась отдельно по каждому варианту опыта и по каждой повторности. Урожайность деляночного образца пересчитывали на массу воздушно сухого сырья в ц/га. За ростом и развитием культуры вели фенологические наблюдения. Данные обработаны методом дисперсионного анализа. Вышеуказанные данные приведены в монографии [10]; в данной статье ведется лишь их математическая обработка.

Поскольку в наших исследованиях присутствует ромашка при подзимнем сроке сева, расчет зависимости урожайности от засоренности проводился с даты совместной вегетации лекарственной культуры и сорных растений. Так как в опытах первая прополка через 20 дней после посева приходилась на фазу всходов лекарственной культуры, она и бралась за основу расчетов (0 дней совместной вегетации).

Зависимость урожайности лекарственных растений от срока засорения посевов описывалась с помощью уравнений линейной корреляции (компьютерные программы Microsoft Excel):

$$Y = A - BX,$$

где Y – урожайность лекарственного растения, ц/га (цветочные корзинки или плоды); A – максимально возможная урожайность при полном отсутствии сорных растений в посеве, ц/га; B – коэффициент корреляции, показывающий изменение урожайности культуры при изменении периода вегетации на 1 день; X – период вегетации сорняков в посевах лекарственной культуры, дней.

Линейная функция является наиболее удачной для выражения связи между засоренностью посевов и урожайностью культур. Она примерно с одинаковой степенью точности отражает связь между этими показателями и выгодно отличается от других математических моделей простотой вычислений и логической интерпретацией полученных результатов.

Относительный коэффициент вредоносности совокупности видов сорной растительности, который характеризует снижение потенциальной урожайности в процентах, определяли по формуле:

$$B_0 = B/A \times 100 \times R^2,$$

где B_0 – относительный коэффициент вредоносности сорных растений, %; R^2 – коэффициент детерминации;

Количество осадков в период вегетации лекарственных растений за время проведения исследований различалось. В апреле 2013–2014 гг. осадков выпало меньше нормы, в мае и июне их количество возрастало; осадков в апреле и мае 2015 г. выпало выше нормы, в июне осадков было достаточно мало; апрель и июль 2016 г. был довольно влажным, в то время как май и июнь были засушливыми. Температура воздуха в годы проведения исследований была достаточно высокой (таблица 1).

Таблица 1 — Осадки и температура в апреле–августе 2013–2016 гг. по сравнению со среднемноголетними данными (1981–2010) в Минске

	Год	Месяцы					
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма/среднее IV-VIII
Осадки, мм	2013	31,4	87,9	69,5	93,9	19,3	302,0
	2014	32,8	80,3	68,3	55,6	168,3	405,3
	2015	59,8	65,5	12,6	52,4	6,2	196,5
	2016	56,4	53,7	54,3	136,4	46,9	347,7
	норма (1981–2010)	45,9	61,0	83,0	90,0	81,0	360,9
Температура, °C	2013	6,6	16,7	19,3	18,6	18,2	15,9
	2014	8,7	14,3	15,8	20,7	19,1	15,7
	2015	7,2	12,6	17,6	18,7	21,3	15,5
	2016	8,3	15,4	18,8	19,5	18,7	16,1
	норма (1981–2010)	5,5	12,7	16,0	17,7	16,3	13,6

Был высчитан гидротермический коэффициент Селянинова Г.Т. [11] по формуле с целью уточнения показателей температуры и влажности:

$$K = \frac{R \times 10}{\sum t},$$

где R – сумма осадков за конкретный месяц (мм); $\sum t$ – сумма средних температур за данный месяц (°C).

Анализ значений гидротермического коэффициента (таблица 2) показывает, что в 2013 и 2014 гг. оптимальные условия для роста лекарственных растений хорошо складывались в мае и июне, в апреле количество осадков было практически в два раза меньше чем за

многолетний период. В 2015 г. благоприятный гидротермический коэффициент был отмечен в апреле и мае; июнь и июль были засушливыми; 2016 г. недостаток осадков отмечался в апреле, мае и июне.

Таблица 2 — Гидротермические коэффициенты Селянинова (К)

Год	Месяц				
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
2013	1,6	1,8	1,2	1,7	0,4
2014	1,3	1,9	1,4	0,9	2,9
2015	2,8	1,7	0,2	0,9	0,1
2016	2,3	1,2	1,0	2,3	0,8
Норма (1981–2010)	2,8	1,6	1,7	1,7	1,7

Результаты исследований. Видовой состав сорных растений в посевах лекарственных культур был представлен главным образом однолетними двудольными сорными растениями – *Thlaspi arvense* L., *Chenopodium album* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Galinsoga parviflora* Cav., *Polygonum convolvulus* L.

Потери урожая лекарственного сырья вследствие конкуренции с сорняками более 20–25 % по отношению к чистым посевам мы относили к критическим или хозяйственно-невосполнимым.

Исследования показали, что период безопасного произрастания сорных растений в посевах календулы лекарственной ограничен 10 днями совместной вегетации культуры и сорняков. Конкуренция с сорняками более длительный период (20–50 дней) снижает урожайность соцветий до 32,1, 14,3, 10,7 и 5,4 % от максимальной урожайности, т.е. более 67,9–94,9 % потерь урожая календулы лекарственной приходится на данный период (таблица 3).

Расторопша пятнистая оказалась более устойчива к сорным растениям, так при возделывании с шириной междурядий в 15 см при 10 днях совместной вегетации урожайность плодов составляла 92,7 % от максимально возможной, при 20 днях – 78,9 %, 30 – 68,3 %, 40 – 55,3 %, 50 днях – 46,3 %. При выращивании с шириной междурядий в 45 см урожайность плодов расторопши пятнистой составляла 95,1 % (10 дней), 73,8 % (20 дней), 64,1 % (30 дней), 53,4 % (40 дней), 37,9 % (50 дней) от возделывания в чистых посевах. Потери урожая в рядовом посеве (15 см) составили: 20 дней – 21,1 %, 30 – 31,7, 40 – 44,7, 50 дней – 53,7 %. Отмечается, что широкорядные посевы (45 см) более чувствительны к сорным растениям – потери через 20 дней составили 26,2 %, 30 – 35,9 %, 40 – 46,6 %, 50 дней – 62,1 %. Критические потери урожая вследствие конкуренции с сорняками у расторопши пятнистой отмечены на 20 день при совместной вегетации в широкорядных и рядовых посевах (45 и 15 см).

Таблица 3– Вредоносность сорных растений в посевах лекарственных культур (РУП «Институт защиты растений», средние данные 2013–2016 гг.)

Лекарственные культуры	Ширина междурядий, см	Урожайность сырья (потери урожая), %					
		0	10	20	30	40	50
Весенний срок сева							
Расторопша пятнистая	15	100 (0)	92,7 (7,3)	78,9 (21,1)	68,3 (31,7)	55,3 (44,7)	46,3 (53,7)
	45	100 (0)	95,1 (4,9)	73,8 (26,2)	64,1 (35,9)	53,4 (46,6)	37,9 (62,1)
Календула лекарственная	45	100 (0)	85,7 (14,3)	32,1 (67,9)	14,3 (85,7)	10,7 (89,3)	5,4 (94,9)
Ромашка аптечная	12,5	100 (0)	98,5 (1,5)	76,0 (24,0)	56,3 (43,7)	49,2 (50,8)	
	45	100 (0)	93,2 (6,8)	69,2 (30,8)	34,0 (66,0)	26,0 (74,0)	
Подзимний срок сева							
Ромашка аптечная	12,5	100 (0)	99,0 (1,0)	97,6 (2,4)	96,7 (3,3)	96,0 (4,0)	89,4 (10,6)
	45	100 (0)	99,1 (0,9)	96,4 (3,6)	95,3 (4,7)	82,1 (17,9)	71,4 (28,6)

При апрельском сроке сева с шириной междурядий 12,5 см культура ромашки аптечной лучше подавляла сорные растения: урожайность соцветий составляла 98,5 % (10 дней), 76,0 % (20), 56,3 % (30 дней), 49,2 % (40 дней) от максимально возможной. При посеве с шириной междурядий 45 см ромашка аптечная была менее конкурентоспособна: урожайность соцветий культуры составляла 93,2 % от максимальной (через 10 дней после посева), 69,2 (20 дней), при более длительных сроках – значительно: 34,0–26,0 % от максимальной. Потери урожая данной культуры при узкорядном посеве (12,5 см) составляли 24,0 % (20 дней), 43,7 % (30 дней) и 50,8 % (40 дней с даты посева); при ширококрядном посеве (45 см) потери урожая были выше – 30,8, 66,0 и 74,0 %. Т.е. хозяйственно-невосполнимые потери приходились на 20 день совместной вегетации культуры и сорняков.

Ромашка аптечная при подзимнем посеве лучше подавляла сорные растения: при выращивании с шириной междурядий в 12,5 см в чистых от сорняков посевах ее урожайность принималась за 100 %, через 10–50 дней она снижалась на 1,0–10,6 %. При ширококрядном (45 см) посеве отмечено повышение вредоносности сорных растений: снижение урожайности при 10–30 днях составило 0,9–4,7 %, а потери урожая увеличились до 17,9–28,6 % (40–50 дней совместной вегетации). При ширине междурядий в 12,5 см ромашка аптечная успешно подавляла сорные растения, потери урожая в ширококрядных посевах приходятся

на фазу бутонизации – начала цветения культуры (50 дней совместной вегетации культуры и сорных растений).

На основании полученных данных была установлена прямолинейная корреляционная зависимость между длительностью совместной вегетации сорняков и урожайностью растений лекарственных культур. Было отмечено, что коэффициент корреляции в годы вегетации лекарственных культур между ними достаточно сильный – $R = 0,93-0,99$ (таблица 4).

Сравнение конкурентоспособности следует проводить согласно относительного коэффициента вредоносности, который выражается в процентах, поскольку, чем выше данный показатель, тем выше вредоносность сорных растений в посевах лекарственных культур.

Максимальный относительный коэффициент вредоносности в размере 1,87 и 1,92 % был рассчитан в отношении ромашки аптечной и календулы лекарственной (широкорядный посев 45 см). Приблизительно на одном уровне были относительные коэффициенты у ромашки аптечной разных сроков сева – при весеннем посеве с шириной междурядий 12,5 см (1,30 %) и при подзимнем посеве с шириной междурядий 45 см (1,34 %). Несколько ниже (1,22 %) коэффициент вредоносности отмечен у расторопши пятнистой при широкорядной схеме (45 см). Для ромашки аптечной при схеме посева с более узкими междурядьями (12,5 см) (при подзимнем посеве), а также расторопши пятнистой (15 см) данный показатель был установлен на уровне 1,10 и 1,02 % (минимальные показатели) (таблица 4).

Следует отметить, что при узкорядном посеве лекарственные растения по конкурентоспособности значительно превосходят широкорядные посевы, что также согласуется с мнением российских специалистов [3]. Так, более узкие междурядья расторопши пятнистой и ромашки аптечной (весенний и подзимний сроки сева) имели меньший относительный коэффициент вредоносности (0,10 и 1,30 и 0,19 %), при более широких междурядьях (45 см) коэффициент был выше и составлял 1,22, 1,87 и 0,50 %.

Также можно сравнить сроки сева ромашки аптечной: при подзимнем посеве относительные коэффициенты вредоносности значительно ниже (0,19 и 0,50 %), чем при весеннем сроке сева (1,30 и 1,87 %). Таким образом, подзимний посев более конкурентоспособен по отношению к сорным растениям, чем весенний.

Исходя из представленных данных можно рассчитать потери урожая лекарственных культур в размере 20–25 % урожая сырья, так для расторопши пятнистой – это 18–23 дней совместной вегетации для рядового посева с междурядьями 15 см и 16–20 день для широкорядного посева (45 см); календулы лекарственной – 10–13 день совместной вегетации культуры и сорняков; ромашки аптечной весеннего срока сева – 15–19 (12,5 см) и 11–13 дней (45 см), подзимнего посева – 105–132 (12,5 см) и 40–50 дней совместной вегетации (45 см).

Таблица 4 – Зависимость урожайности лекарственных растений от длительности совместного произрастания с сорняками (РУП «Институт защиты растений, средние данные 2013–2016 гг.)

Лекарственное растение	Ширина междурядий, см	Уравнение линейной регрессии $Y=A-BX$	Коэффициент корреляции, R	Относительный коэффициент вредоносности, V_0 (%)
весенний сев				
Расторопша пятнистая	15	$Y = 12,49 - 0,14 X$	0,99	1,10
	45	$Y = 10,56 - 0,13 X$	0,99	1,22
Календула лекарственная	45	$Y = 5,18 - 0,11 X$	0,93	1,92
Ромашка аптечная	12,5	$Y = 6,06 - 0,08 X$	0,97	1,30
	45	$Y = 4,24 - 0,08 X$	0,97	1,87
подзимний сев				
Ромашка аптечная	12,5	$Y = 10,83 - 0,02 X$	0,93	0,19
	45	$Y = 6,98 - 0,04 X$	0,94	0,50

Примечания: Y – урожайность лекарственной культуры (сухое сырье), ц/га; X – дни совместной вегетации.

Выводы. Исследования показали, что снижение урожайности календулы лекарственной (на 20–25 % соцветий) при возделывании с междурядьями в 45 см начинается через 10–13 дней совместной вегетации культуры и сорняков; плодов расторопши пятнистой (45 и 15 см) – через 16–23 дня; соцветий ромашки аптечной (весенний посев) – через 11–19 дней (12,5 и 45 см), при подзимнем посеве (45 см) – через 40–50 дней. Ромашка аптечная с междурядьями 12,5 см при подзимнем посеве достаточно конкурентоспособна.

Относительный коэффициент вредоносности составлял 1,10 и 1,22 % для расторопши пятнистой (15 и 45 см), 1,92 % – для календулы лекарственной (45 см). У ромашки аптечной при весеннем посеве коэффициент составил 1,30 и 1,87 % (12,5 и 45 см), при подзимнем посеве он снижался до 0,19 и 0,50 % (12,5 и 45 см). Коэффициент вредоносности показывает, что посеvy ромашки аптечной (весенний и подзимний сроки сева) и расторопши пятнистой при возделывании с узкими междурядьями (12,5 и 15 см) были более конкурентоспособны к сорным растениям, чем широкорядные посеvy (45 см). Подзимний посев ромашки аптечной более конкурентоспособен по отношению к сорным растениям, чем весенний.

Данные факторы требуют разработки и совершенствования системы защиты плантаций лекарственных растений от засоренности.

Список литературы

1. Лекарственные растения и их применение / Д. К. Гесь и [др.]; под. ред.: И. Д. Юркевича, И. Д. Мишенина. – 7-е изд. – Минск: Наука и техника, 1977. – 592 с.

2. Носов, А. М. Лекарственные растения официальной и народной медицины / А. М. Носов. – М.: Эксмо, 2005. – 800 с.
3. Загуменников, В. Б. Оптимизация культивирования лекарственных растений в Черноземной зоне России / В. Б. Загуменников; под ред. В. А. Быкова. – М.: ВИЛАР, 2002. – 76 с.
4. Спиридонов, Ю. Я. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе: монография / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков. – М.: РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2006. – 265 с.
5. Григорьева, Н. А. Биологические особенности возделывания календулы лекарственной и ромашки аптечной при минимальных затратах ручного труда, без применения средств химизации: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.13 / Н. А. Григорьева; Всерос. НИИ лекарств. и аромат. растений. – М., 2003. – 24 с.
6. Тоцкая, С. А. Особенности технологии возделывания ромашки аптечной (*Matricaria chamomila* L.) на семена / С. А. Тоцкая, Н. Т. Конон // Известия ТСХА. – 2010. – № 2. – С. 91–98.
7. Carrubba, A. Weed and weeding effects on medicinal herbs / A. Carrubba // Medicinal Plants and Environmental Challenges / ed.: M. Ghorbanpour, A. Varma. – Springer International Publishing, 2017. – S. 295–327.
8. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г. С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Якимович, Е. А. Защита лекарственных, пряно-ароматических и медоносных растений от сорной растительности: монография / Е. А. Якимович. – Минск: Колорад. – 2018. – 272 с.
11. Павлова, М. Д. Практикум по агрометеорологии: учеб. пособие / М. Д. Павлова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 184 с.

E.A. Yakimovich

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

HARMFULNESS OF WEEDS IN ANNUAL MEDICINAL CROPS

Annotation. As a result of done researches the harmfulness of weeds of annual medicinal plants at various row spacing and for time of sowing is determined. The yield reduction of *Calendula officinalis* L. flowers by 20–25 % of the maximum yield (at 45 cm row spacing) follows combined vegetation of the crop and weeds for 10–13 days; *Silybum marianum* L. seeds (45 and 15 cm) – for 16–23 days; *Matricaria chamomilla* L. flowers – after spring sowing (12.5 and 45 cm) – for 11–19 days, after early winter sowing (45 cm) – for 40–50 days. *Matricaria chamomilla* L. under cultivation at a row spacing of 12,5 cm after early winter sowing is quite competitive to weeds. *Matricaria chamomilla* L. and *Silybum marianum* L. crops are more competitive to weeds after sowing at a row spacing of 12,5 and 15 cm than wide-row crops (45 cm); better weed suppression was noted after early winter sowing of *Matricaria chamomilla* L. compared to spring sowing. The relative coefficient of harmfulness of weeds ranges from 0,19 to 1,92 %.

Key words: *Matricaria chamomilla* L., *Silybum maianum* (L.) Gaertn., *Calendula officinalis* L., weeds, harmfulness of weeds, yield loss.

*А.М. Яковенко¹, А.Н. Бобович¹, А.А. Запрудский¹, Е.А. Мышкевич¹,
О.А. Туровец², О.В. Наумовец²*

¹РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

*²РНДУП «Полесский институт растениеводства», п. Криничный,
Мозырский р-н, Гомельская обл.*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ ПОЧВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Дата поступления статьи в редакцию: 25.04.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по установлению биологической эффективности гербицидов почвенного действия в посевах подсолнечника масличного в условиях Гомельской и Брестской областей. В технологии защиты посевов подсолнечника от сорной растительности целесообразно применение гербицидов почвенного действия, которые способны практически полностью контролировать засоренность посевов на протяжении всего уязвимого периода культуры, а именно первые 40 дней вегетации.

Ключевые слова: подсолнечник, сорные растения, биологическая эффективность, гербициды, урожайность.

Введение. В Республике Беларусь посевные площади подсолнечника сконцентрированы, в основном, в хозяйствах Гомельской и Брестской областей. Несмотря на небольшие объемы производства культуры, имеется реальная возможность значительного расширения её посевных площадей в других областях республики. В 2021 г. посевные площади, занятые под подсолнечник не превышали 7,0 тыс. га.

В условиях Республики Беларусь для выращивания подсолнечника наиболее пригодны дерново-подзолистые легкосуглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком, с рН 6,0–6,8 [4]. Наличие в посевах подсолнечника вредных объектов (болезни, вредители и сорные растения) способствует не только уменьшению урожайности, но и ухудшению качества продукции, снижению полевой всхожести, массы и масличности семян, увеличению лужистости. При этом резко возрастает кислотное число масла и, следовательно, ограничивается возможность широкого использования его на пищевые цели. Большая масса сорной растительности создает парниковый эффект, обеспечивающий благоприятные условия для высокого распространения болезней грибной этиологии. Потери урожая маслосемян подсолнечника масличного без применения защитных мероприятий могут превышать 60 % и более

[3, 5]. Своевременное научно-обоснованное применение химических приемов защиты позволяет сократить вредоносное влияние вредных объектов на формирование урожайности культуры.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по изучению эффективности применения гербицидов почвенного действия проводились на опытном поле РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области и в условиях ОАО «Достоево» Ивановского района Брестской области. Агротехника возделывания подсолнечника общепринятая для Республики Беларусь. Гербициды вносились методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» согласно схеме опыта. В опытах проведена сравнительная оценка биологической эффективности гербицидов почвенного действия: Прометрекс Фло, КС (прометрин, 500 г/л) – 4,0 л/га (ООО «АДАМА РУС», Россия); Рейсер, КЭ (флуорхлоридон, 250 г/л) – 3,0 и 4,0 л/га (ООО «АДАМА РУС», Россия); Гезагард, КС (прометрин, 500 г/л) – 2,0 и 4,0 л/га («Сингента Кроп Протекшн АГ» Швейцария); Бриг, КС (прометрин, 500 г/л) – 2,0 и 4,0 л/га (АО «Щелково Агротех» Россия); Гардо Голд, КС (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л) – 4,0 л/га («Сингента Кроп Протекшн АГ» Швейцария); Акрис, СЭ (диметенамид-П, 280 г/л + тербутилазин, 250 г/л) – 2,0 и 2,5 л/га («БАСФ Корпорейшен» США). Гербициды применялись после посева до всходов культуры (ВВСН 00 – сухое семя). Видовой состав исследуемых объектов: однолетние двудольные и злаковые сорные растения.

Общую засоренность посевов подсолнечника масличного оценивали в начале вегетации культуры с помощью визуальной оценки численности и видового состава сорняков [2]. При учете сорных растений на площадках использовали метод наложения рамок 0,25 м² (0,5×0,5 м) в произвольном порядке, через равные промежутки. Внутри каждой рамки проводили количественный учет сорняков, подсчитывали их общую численность и определяли их видовой состав. За ростом и развитием растений проводились фенологические наблюдения. Эффективность гербицидов в посевах подсолнечника оценивали через месяц после обработки количественно-весовым методом. Определяли численность сорных растений по видам и их вегетативную массу. Учет урожая – поделяночно вручную [2, 3]. Данные обрабатывались методом дисперсионного анализа [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Ведущая роль в организации эффективной системы защиты подсолнечника от сорных растений принадлежит химическим средствам защиты, примененным в оптимальные сроки. Участки опытов, на которых проводились исследования в Мозырском и Ивановском районах республики, оказались относительно однородными по групповому и видовому составу сорных растений. Преобладающими видами среди однолетних злаковых

сорных растений являлось просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.), однолетних двудольных – марь белая (*Chenopodium album* L.). Также встречались такие сорные растения, как паслен черный (*Solanum nigrum* Linn.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.), горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris* (L.) Medicus), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.).

В 2021 году в РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области в посевах подсолнечника проводились исследования по изучению эффективности гербицида Акрис, СЭ (2,0 и 2,5 л/га). Результаты учета засоренности через 30 дней после применения гербицидов показали, что в варианте без применения гербицида общая численность однолетних сорных растений составила 304 шт/м², их сырая масса – 497,5 г/м², в т.ч. однолетних двудольных – 113 шт/м² (211,0 г/м²), однолетних злаковых – 191,0 шт/м² (286,5 г/м²). В эталонном варианте Гардо Голд, КС (4,0 л/га) гибель однолетних сорных растений составила 99,7 %, снижение их сырой массы – 99,9 %. При внесении гербицида Акрис, СЭ в нормах 2,0 и 2,5 л/га отмечена высокая биологическая эффективность препарата. Снижение количества однолетних двудольных сорняков составило 97,8 и 100 %, их сырой массы 99,0–100 %, однолетних злаковых – 92,1–99,5 %, их сырой массы 96,4–99,8 % соответственно (таблица 1).

Оценка действия гербицида Акрис, СЭ на видовой состав сорной растительности показала, что гибель доминирующих сорняков мари белой была на уровне 99,4–100 % (сырой массы 99,7–100 %), проса куриного – 92,1–99,5 % (сырой массы 96,4–99,8 %). При внесении гербицида Акрис, СЭ в дозе 2,0 л/га количество горцев (вьюнковый, птичий) было на уровне варианта без применения гербицидов, при этом их сырая масса снизилась на 53,8 %. Гибель галинсоги мелкоцветковой была на уровне 75,0 %, снижение ее вегетативной массы составило 93,0 %. При применении гербицида Акрис, СЭ в норме расхода 2,5 л/га данных сорных растений при учете через 30 дней не отмечено.

Урожайность маслосемян подсолнечника гибрида Гелиос в варианте без применения гербицида составила 9,5 ц/га. При оценке хозяйственной эффективности гербицида Акрис, СЭ (2,0 и 2,5 л/га) сохраненный урожай маслосемян подсолнечника по сравнению с вариантом без применения гербицидов составил 8,1 и 8,2 ц/га соответственно, в эталонном варианте Гардо Голд, КС (4,0 л/га) – 9,2 ц/га (таблица 2).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов в посевах подсолнечника на 30-й день после обработки (полевой опыт, РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района, гибрид Гелиос, 2021 г.)

Вариант	Снижение засоренности, % к варианту без применения гербицида										
	Всего	Однолетние двудольные	Однолетние злаковые	в том числе							
				Просо куриное	Марь белая	Паслен черный	Щирца запрокинутая	Галинсога мелкоцветковая	Виды горца	Звездчатка средняя	Фиалка полевая
Без применения гербицида	<u>304,0</u> 497,5	<u>113,0</u> 211,0	<u>191,0</u> 286,5	<u>191,0</u> 286,5	<u>84,0</u> 176,4	<u>12,0</u> 22,8	<u>9,0</u> 11,7	<u>2,0</u> 4,3	<u>1,5</u> 2,6	<u>0,5</u> 0,6	<u>2,0</u> 1,2
Гардо Голд, КС (4,0 л/га) (эталон)	<u>99,7</u> 99,9	<u>100</u> 100	<u>99,5</u> 99,9	<u>99,5</u> 99,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Акрис, СЭ (2,0 л/га)	<u>94,2</u> 97,5	<u>97,8</u> 99,0	<u>92,1</u> 96,4	<u>92,1</u> 96,4	<u>99,4</u> 99,7	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>75,0</u> 93,0	<u>0</u> 53,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100
Акрис, СЭ (2,5 л/га)	<u>99,7</u> 99,9	<u>100</u> 100	<u>99,5</u> 99,8	<u>99,5</u> 99,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100

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

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность гербицидов в защите подсолнечника от сорных растений (полевой опыт, РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района, гибрид Гелиос, 2021 г.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения гербицида	38,0	9,5	-
Гардо Голд, КС (4,0 л/га) (эталон)	41,0	18,7	9,2
Акрис, СЭ (2,0 л/га)	43,1	17,7	8,2
Акрис, СЭ (2,5 л/га)	44,3	17,6	8,1
НСР ₀₅	2,2	1,6	

В 2019 г. в ОАО «Достоево» Ивановского района Брестской области в посевах подсолнечника гибрида Реал была проведена оценка гербицидов почвенного действия. Результаты учета засоренности через 30 дней после применения гербицидов показали, что в варианте без применения гербицида общая численность однолетних сорных растений составила 64,0 шт/м², их сырая масса – 490,0 г/м², в т.ч. однолетних двудольных – 48 шт/м² (459,0 г/м²), однолетних злаковых – 16,0 шт/м² (31,0 г/м²). В варианте опыта с применением гербицида Рейсер, КЭ (3,0 и 4,0 л/га) отмечено снижение численности сорных растений до

11,0 шт/м² и 8,0 шт/м² соответственно. В эталонном варианте Прометрекс Фло, КС (4,0 л/га) данные показатели были на уровне 17,0 шт/м² и 40,0 г/м² соответственно. Опрыскивание посевов гербицидом Рейсер, КЭ способствовало полному подавлению роста и развития горца шероховатого. Выявлена высокая биологическая эффективность гербицида Рейсер, КЭ против однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Снижение их численности – на 82,8–87,5 % и вегетативной массы – на 94,1–95,3 %, что незначительно превышало эталон Прометрекс Фло, КС (4,0 л/га) (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицидов в посевах подсолнечника на 30-й день после обработки (полевой опыт, ОАО «Достоево» Ивановского района, гибрид Реал, 2019 г.)

Вариант	Снижение засоренности, % к варианту без применения гербицида									
	Всего	Однолетние двудольные	Однолетние злаковые	Марь белая	Просо куриное	Горец шероховатый	Пастушья сумка	Василек синий	Подмаренник цепкий	Звездчатка средняя
Без применения гербицида	64,0 490,0	48,0 459,0	16,0 31,0	23,0 378,0	16,0 31,0	4,0 12,0	6,0 12,0	7,0 28,0	4,0 11,0	4,0 18,0
Прометрекс Фло, КС (4,0 л/га) (эталон)	73,4 91,8	70,8 92,4	81,3 83,9	82,6 98,1	81,3 83,9	100 100	50,0 66,7	71,4 67,9	50,0 36,4	25,0 55,6
Рейсер, КЭ (3,0 л/га)	82,8 94,1	83,3 94,6	81,3 87,1	91,3 98,4	81,3 87,1	100 100	83,3 75,0	71,4 75,0	50,0 45,5	75,0 83,3
Рейсер, КЭ (4,0 л/га)	87,5 95,3	87,5 95,9	87,5 87,1	91,3 98,7	87,5 87,1	100 100	100 100	71,4 78,6	75,0 54,6	75,0 83,3

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

Расчеты хозяйственной эффективности гербицида Рейсер, КЭ в нормах расхода 3,0 и 4,0 л/га в защите культуры от сорных растений показали, что за счет его применения достоверно сохранено 6,7 и 6,9 ц/га маслосемян. Разница в урожае между вариантами испытуемого гербицида и эталоном была незначительной (таблица 4).

В 2021 г. исследования по изучению эффективности довсходовых гербицидов в посевах подсолнечника гибрида РЖТ Воллуты были продолжены в ОАО «Достоево» Ивановского района. В структуре сорного ценоза посевов подсолнечника масличного, в варианте без применения гербицида, общая численность сорных растений через 30 дней после обработки составляла 73,0 шт/м². Гербицид Бриг, КС (2,0 и 4,0 л/га) на 30-й день после внесения, обеспечил высокую биологическую эффективность против однолетних двудольных и злаковых

сорных растений – 71,2 и 89,0 % соответственно, что на уровне эталона Гезагард, КС (2,0 и 4,0 л/га) – 71,8 и 83,6 % соответственно. Опрыскивание посевов гербицидом Бриг, КС (2,0 и 4,0 л/га) способствовало полному подавлению роста и развития звездчатки средней. Биологическая эффективность гербицида Бриг, КС в норме 4,0 л/га против пикульника обыкновенного достигала 100 % (таблица 5).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицидов в защите подсолнечника от сорных растений (полевой опыт, ОАО «Достоево» Ивановского района, гибрид Реал, 2019 г.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения гербицида	47,0	10,8	–
Прометрекс Фло, КС (4,0 л/га) (эталон)	49,6	16,9	6,1
Рейсер, КЭ (3,0 л/га)	50,1	17,5	6,7
Рейсер, КЭ (4,0 л/га)	50,3	17,7	6,9
НСР ₀₅	1,2	2,3	

Таблица 5 – Биологическая эффективность гербицидов в посевах подсолнечника на 30-й день после обработки (полевой опыт, ОАО «Достоево» Ивановского района, гибрид РЖТ Воллутто, 2021 г.)

Вариант	Снижение засоренности, % к варианту без применения гербицида								
	Всего	Однолетние двудольные	Однолетние злаковые	Марь белая	Просо куриное	Гореч шероховатый	Василек синий	Пикульник обыкновенный	Звездчатка средняя
Без применения гербицида	<u>73,0</u> 116,0	<u>39,0</u> 90,0	<u>34,0</u> 26,0	<u>15,0</u> 39,0	<u>34,0</u> 26,0	<u>8,0</u> 10,0	<u>4,0</u> 11,0	<u>7,0</u> 22,0	<u>5,0</u> 8,0
Гезагард, КС (2,0 л/га) (эталон 1)	<u>71,8</u> 72,2	<u>71,8</u> 72,2	<u>70,6</u> 69,2	<u>66,7</u> 71,8	<u>70,6</u> 69,2	<u>75,0</u> 60,0	<u>75,0</u> 72,7	<u>71,4</u> 77,3	<u>80,0</u> 75,0
Гезагард, КС (4,0 л/га) (эталон 2)	<u>83,6</u> 81,0	<u>87,2</u> 82,2	<u>79,4</u> 76,9	<u>80,0</u> 76,9	<u>79,4</u> 76,9	<u>87,5</u> 70,0	<u>100</u> 100	<u>85,7</u> 86,4	<u>100</u> 100
Бриг, КС (2,0 л/га)	<u>71,2</u> 83,6	<u>69,2</u> 86,7	<u>73,5</u> 73,1	<u>80,0</u> 84,6	<u>73,5</u> 73,1	<u>87,5</u> 80,0	<u>75,0</u> 81,8	<u>85,7</u> 90,9	<u>100</u> 100
Бриг, КС (4,0 л/га)	<u>89,0</u> 87,9	<u>89,7</u> 90,0	<u>88,2</u> 80,8	<u>86,7</u> 80,8	<u>88,2</u> 80,8	<u>87,5</u> 80,0	<u>75,0</u> 81,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100

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

Биологическая эффективность гербицида Бриг, КС (2,0 и 4,0 л/га) в снижении общей численности однолетних двудольных сорных растений составила 69,2 и 89,7 %, однолетних злаковых – 73,5 и 88,2 % соответственно. В снижении вегетативной массы однолетних двудольных сорных растений эффективность достигала – 86,7 (Бриг, КС – 2,0 л/га) и 90,0 % (Бриг, КС – 4,0 л/га). Полученные данные незначительно превышали показатели биологической эффективности в эталонах Гезагард, КС (2,0 и 4,0 л/га).

Расчеты хозяйственной эффективности гербицида Бриг, КС (2,0 и 4,0 л/га) в защите подсолнечника от сорных растений показали, что за счет его применения достоверно сохранено 6,5 и 8,6 ц/га маслосемян соответственно, что выше, чем в эталонах Гезагард, КС (2,0 и 4,0 л/га) – 4,3 и 5,8 ц/га маслосемян соответственно. Урожайность маслосемян подсолнечника в варианте без применения гербицида составила 16,2 ц/га (таблица 6).

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность гербицидов в защите подсолнечника от сорных растений (полевой опыт, ОАО «Достоево» Ивановского района, гибрид РЖТ Воллутто, 2021 г.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
Без применения гербицида	47,4	16,2	–
Гезагард, КС (2,0 л/га) (эталон 1)	50,6	20,5	4,3
Гезагард, КС (4,0 л/га) (эталон 2)	51,2	22,0	5,8
Бриг, КС (2,0 л/га)	50,8	22,7	6,5
Бриг, КС (4,0 л/га)	51,8	24,8	8,6
НСР ₀₅	1,0	1,8	

Разница в биологической и хозяйственной эффективности между вариантами Бриг, КС (2,0 л/га и 4,0 л/га), а также эталонами Гезагард, КС (2,0 и 4,0 л/га) была несущественной.

Заключение. В период после посева и до всходов подсолнечника при однократном применении гербицидов Прометрекс Фло, КС, Рейсер, КЭ, Гезагард, КС, Бриг, КС, Гардо Голд, КС, Акрис, СЭ выявлена высокая биологическая эффективность (71,8–99,7 %) в защите от однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Применение гербицидов почвенного действия в условиях Гомельской области в 2021 г. позволило сохранить 8,1–9,2 ц/га, в условиях Брестской области в 2019 г. – 6,1–6,9 ц/га, в 2021 г. – 4,3–8,6 ц/га маслосемян подсолнечника.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос. – 1985. – 351 с.
2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
3. Ходенкова, А. М. Система мероприятий по защите подсолнечника масличного от комплекса болезней, вредителей и сорных растений: рекомендации / А. М. Ходенкова, А. Н. Бобович, Е. С. Белова. – Минск: Колорград, 2019. – 80 с.
4. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 58 с.
5. Ходенкова, А. М. Подсолнечник масличный: возможности эффективной защиты от сорняков / А. М. Ходенкова, Е. С. Белова // Наше сел. хоз-во. – 2018. – № 19. – С. 62–64.

*A.M. Yakovenko¹, A.N. Bobovich¹, A.A. Zaprudsky¹, E.A. Myshkevich¹,
O.A. Turovets², O.V. Naumovets²*

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

Polessye Institute of Plant Growing, Krinichny, Mozyr district, Gomel region

EFFICIENCY OF SOIL APPLIED HERBICIDES IN SUNFLOWER PLANTS

Annotation. The paper presents the results of the research on identifying the biological efficiency of soil applied herbicides in oil sunflower under the conditions of Gomel and Brest regions. In the technology of protecting sunflower from weed plants it's advisable to use soil herbicides which can control almost completely plant infestation during the whole vulnerable period of the crop, in particular within the first 40 days of vegetation.

Key words: sunflower, weed plants, biological efficiency, herbicides, yield.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК: 633.11«321»:632.421(476)

<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-66-80>

Е.И. Жук, А.Н. Халаев

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

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ В ОГРАНИЧЕНИИ РАЗВИТИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 08.06.2022

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

Аннотация. Проблема продовольственной безопасности страны является первоочередной задачей зерносеющих субъектов хозяйствования. Яровая пшеница занимает важное место в достижении поставленной цели благодаря качеству получаемой продукции. В результате патологического процесса болезни грибной этиологии приводят к снижению объема урожая, а также, из-за биохимических изменений в пораженных растениях, – к ухудшению его качества. На фоне соблюдения агротехнических требований к выращиванию яровой пшеницы биологически обоснованное применение фунгицидов (при достижении развития одной или комплекса болезней порогового уровня) с целью защиты листового аппарата от болезней (мучнистая роса, комплекс пятнистостей листьев и др.) в период вегетации является высокоэффективным приемом. Анализ результатов многолетних исследований (2010–2021 гг.) по изучению биологической эффективности 27 фунгицидов, состоящих из различных комбинаций действующих веществ, показал, что в целом однокомпонентные препараты обеспечили ограничение развития пятнистостей листьев в среднем на 44,1–55,3 %, мучнистой росы – на 43,0–85,1 %, двухкомпонентные – на 61,9–83,4 и 60,0–78,3 %, трехкомпонентные – на 68,7–88,9 и 70,2–90,9 % соответственно. Проведение своевременной фунгицидной обработки позволит сохранить до 30,4 % урожая (сочетание азота и стробилурина).

Ключевые слова: яровая пшеница, фунгициды, комплекс пятнистостей листьев, мучнистая роса, площадь под кривой развития болезни (ПКРБ), биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. В обеспечении продовольственной безопасности страны возделыванию яровой пшеницы отводится значимое место, прежде всего благодаря качеству получаемой продукции, которая

широко используется в хлебопечении, изготовлении макаронных и кондитерских изделий. Генетически зерно яровой пшеницы, по сравнению с озимой, характеризуется более высокими технологическими показателями качества. Например, содержание белка у сортов мягкой яровой пшеницы составляет в среднем по республике 14,0–15,2 %, что на 1,6–3,2 % выше, чем у озимой (по данным ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»). Вместе с тем, получение высоких урожаев с хорошими качественными показателями на практике не всегда возможно. Основным фактором, снижающим количество и качество зерна яровой пшеницы, являются возбудители болезней грибной этиологии, поражение которыми приводит как к прямым потерям, так и снижению качественных характеристик получаемой продукции. Листовой аппарат яровой пшеницы представляет собой основную фотосинтезирующую поверхность, обеспечивающую «наработку» будущего урожая. Стратегически важной задачей является сохранение его здоровым. Известно, что на протяжении вегетации яровая пшеница может поражаться: мучнистой росой, септориозом листьев, пиренофорозом (желтой пятнистостью), ржавчинными и другими болезнями. Ситуация усложняется тем, что возбудители большинства болезней культуры не имеют видовой специализации и поражают широкий круг растений-хозяев, зерновых в частности. Насыщенность севооборотов зерновыми культурами в Республике Беларусь составляет более 40,0 % [11]. Многолетний мониторинг фитопатологического состояния посевов культуры позволяет отнести к доминирующим и ежегодно встречающимся: мучнистую росу и комплекс пятнистостей листьев, представленный септориозом и пиренофорозом [3]. Потери урожая при эпифитотийном развитии септориоза оцениваются исследователями на уровне 30–40 % [5]. Современная интегрированная система защиты яровой пшеницы от болезней предполагает наиболее рациональное использование и различное сочетание методов защиты, направленных на ограничение комплекса видов, оказывающих вредное воздействие на посев. Однако среди возможных именно химический признан наиболее прогрессивным, оперативным и эффективным методом [3]. Биологически обоснованное применение фунгицидов позволяет контролировать фитопатологическую ситуацию в посевах, поддерживать экологическую стабильность агроценоза и сохранять высокую рентабельность возделывания яровой пшеницы.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнены в 2010–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Почвы опытного участка дерново-подзолистые, среднесуглинистые. Агротехника общепринятая для возделывания яровой пшеницы в

центральной агроклиматической зоне Беларуси [8]. Для проведения исследований были использованы непротравленные семена районированных сортов яровой пшеницы Мунк, Дарья, Ростань и Рассвет. Фенологические стадии развития растений отмечали по десятичному коду согласно шкале ВВСН [10]. Развитие болезней определяли по методикам, разработанным С.С. Саниным с соавторами [9, 14]. Постановку и проведение полевых опытов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [6]. Обработки фунгицидами проводили при достижении одной или комплекса болезней порогового уровня развития. Площадь опытной делянки составляла 10 м², повторность опытов – четырехкратная.

Основными критериями оценки степени поражения растений служили: развитие болезни (%) и площадь под кривой развития болезни (ПКРБ, условные единицы), позволяющие проследить в исследованиях зависимость биологической эффективности фунгицида от уровня развития одной или комплекса болезней. Площадь под кривой развития болезни – интегральный показатель, наиболее полно отражающий характер развития болезни в течение всей вегетации, а именно – продолжительность и интенсивность вредного воздействия патогена [16]. ПКРБ для каждого опытного варианта и варианта без обработки рассчитывали в целом за вегетационный сезон:

$$F = \frac{\sum_{j=2}^m dj(Y_j + Y_{j-1})}{2}, \quad (1)$$

где F – площадь под кривой развития болезни, усл. ед.;

m – количество учетов (не менее 3–4);

dj – разница в днях между двумя последовательными учетами;

Y_j – степень поражения (развитие) при первом и каждом последующем учете, %;

Y_{j-1} – степень поражения (развитие) при втором и каждом последующем учете, %.

На основании ПКРБ рассчитывали биологическую эффективность [1] фунгицидов (%):

$$БЭ = \frac{M_k - M_o}{M_k} \times 100, \quad (2)$$

где M_k – показатель ПКРБ болезни в варианте без обработки (усл. ед.);

M_o – показатель ПКРБ болезни в варианте с фунгицидной обработкой (усл. ед.).

Уборку урожая проводили путем прямого комбайнирования и обмолота с учетной делянки. Определяли бункерный, а затем амбарный вес зерна в пересчете на стандартную 14 %-ю влажность и 100 %-ю

чистоту. Хозяйственную эффективность рассчитывали по увеличению показателя массы 1000 зерен и сохраненному урожаю. Статистическую обработку полученных результатов осуществляли по общепринятым методикам с использованием программного обеспечения MS Excel.

Для каждого фунгицида представлены как усредненные данные, так и колебания показателей биологической (%) и хозяйственной эффективности: увеличение массы 1000 зерен (г и %) и сохраненный урожай (ц/га и %).

В исследования включены 27 препаратов, отличающихся по количеству действующих веществ и их сочетанию. Среди них 3 однокомпонентных препарата, 18 – двухкомпонентных, 6 – трехкомпонентных (таблица 1).

Таблица 1 – Торговые названия и состав фунгицидов, включенных в исследования

Препарат	Норма расхода, л/га	Действующее вещество, количество в препарате, г/л	Годы исследований
Однокомпонентные			
Абаронца, СК	0,5	флутриафол, 250 г/л	2010-2011
Максони, ВЭ	1,0	тебуконазол, 250 г/л	2010-2011
Талиус, КЭ	0,25	проквиназид, 200 г/л	2012-2013
Двухкомпонентные			
Абакус Ультра, СЭ	1,5	эпоксиконазол, 62,5 г/л + пиракlostробин, 62,5 г/л	2013-2014
Абаронца Супер, КС	0,9	флутриафол, 75 г/л + тебуконазол, 225 г/л	2012-2013
Абруста, КС	1,3	пентиопирад, 15 г/л + ципроконазол, 60 г/л	2013-2014
Адексар, КЭ	1,0	эпоксиконазол, 62,5 г/л + флуксапироксад, 62,5 г/л	2011-2012, 2014
Азорро, КС	1,0	карбендазим, 300 г/л + азоксистробин, 100 г/л	2018-2019
Аканто Плюс, КС	0,6	пикоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л	2010, 2013, 2016
Альго Супер, КЭ	0,4	пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л	2010, 2013-2014
Амистар Экстра, СК	0,75	азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л	2010, 2012-2014, 2016, 2021
Бампер Супер, КЭ	1,0	пропиконазол, 90 г/л + прохлораз, 400 г/л	2013, 2015
Зантара, КЭ	1,0	биксафен, 50 г/л + тебуконазол, 166 г/л	2010-2011, 2015-2016

Препарат	Норма расхода, л/га	Действующее вещество, количество в препарате, г/л	Годы исследований
Карбеназол, КС	1,0	карбендазим, 300 г/л + ципроконазол, 66 г/л	2018-2019
Колосаль Про, КМЭ	0,4	пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л	2019-2020
Менара, КЭ	0,5	ципроконазол, 160 г/л + пропиконазол, 250 г/л	2012-2014, 2016, 2019-2020
Прозаро, КЭ	0,8	протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л	2013-2014, 2016-2017, 2019-2020
Рекс Дуо, КС	0,6	эпоксиконазол, 187 г/л + тиофанат-метил, 310 г/л	2010-2014
Страж, КС	0,6	эпоксиконазол, 187 г/л + тиофанат-метил, 310 г/л	2010-2011
Чугур, СК	0,75	азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л	2012-2013
Элатус Эйс, КЭ	0,5	бензовиндифлупир, 40 г/л + пропиконазол, 250 г/л	2019-2020
Трехкомпонентные			
Замир Топ, КЭ	1,0	фенпропидин, 150 г/л + прохлораз, 200 г/л + тебуконазол, 100 г/л	2013, 2015
Капало, СЭ	1,5	эпоксиконазол, 62,5 г/л + фенпропиморф, 200 г/л + метрафенон, 75 г/л	2010, 2013
Солигор, КЭ	0,8	протиоконазол, 53 г/л + тебуконазол, 148 г/л + спироксамин, 224 г/л	2014, 2016
Титул Трио, ККР	0,6	тебуконазол, 160 г/л + пропиконазол, 80 г/л + ципроконазол, 80 г/л	2019-2020
Фалькон, КЭ	0,6	тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л + спироксамин, 250 г/л	2010-2011
Элатус Риа, КЭ	0,6	ципроконазол, 66,67 г/л + пропиконазол, 208,33 г/л + бензовиндифлупир, 83,33 г/л	2015-2016

Как известно, существует несколько классификаций, позволяющих дать полную характеристику химического препарата. Фунгициды подразделяют: на защитные и лечащие; контактные и системные; для обработки растений в период вегетации, для протравливания семенного материала и для обработки почвы; ингибирующие энергетический метаболизм, подавляющие биосинтез жизненно важных веществ и нарушающие проницаемость клеточных мембран и т. д. [2, 7, 12, 13]. В современном мире общепринятой является классификация Международного комитета по фунгицидной резистентности (FRAC), согласно которой состав оцениваемых фунгицидов представлен

действующими веществами, относящимися к 6 группам: метилбензимидазолкарбаматам, арилфенилкетонам, карбоксамидам, стробилуринам, азолам, аминам и азанафталинам [15] (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация действующих веществ фунгицидов, включенных в исследования

Группа	Химическая группа	Действующее вещество
Метилбензимидазолкарбаматы (МБК)	бензимидазолы	карбендазим
	тиофанаты	тиофанат-метил
Арилфенилкетоны	бензофеноны	метрафенон
Карбоксамиды	пиразол-4-карбоксамиды	бензовиндифлупир
		биксафен
		пентиопирад
		флуксапироксад
Стробилурины	метокси-акрилаты	азоксистробин
		пикоксистробин
		пираклостробин
Азолы	имидазолы	прохлораз
	триазолы	пропиконазол
		тебуконазол
		триадименол
		флутриафол
		ципроконазол
	эпоксиконазол	
триазолинтионы	протиоконазол	
Амины (морфолины)	морфолины	фенпропиморф
	пиперидины	фенпропидин
	спирокетал-амины	спироксамин
Азанафталины	квиназолиноны	проквиназид

Среди действующих веществ, входящих в состав фунгицидов, самая обширная группа азолов (триазолов в частности), представленная 6 наименованиями. Относительно новая группа карбоксамидов продемонстрирована в исследованиях в сочетании с азолами в составе двух- и трехкомпонентных препаратов.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных, представленных на рисунке 1, позволяет отметить, что в условиях каждого вегетационного сезона на листовом аппарате яровой пшеницы доминирует одна из болезней: комплекс пятнистостей листьев или мучнистая роса.

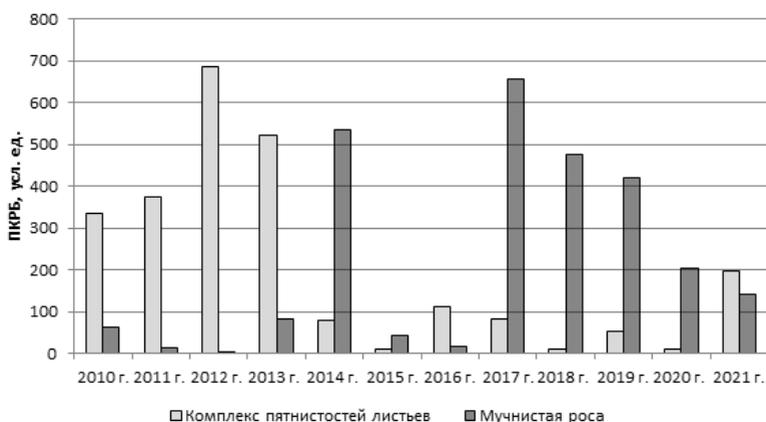


Рисунок 1 – Площадь развития под кривой пятнистостей листьев и мучнистой росы яровой пшеницы (2010–2021 гг.)

Ретроспективный анализ развития болезней листового аппарата, проводимый в течение 12 лет (2010–2021 гг.), свидетельствует о существенных изменениях в их динамике. Как отмечалось выше, значение ПКРБ высоко коррелирует с конечной степенью поражения растений. Максимальное значение ПКРБ относительно септориоза отмечено в 2012 г., когда болезнь носила характер эпифитотии с интенсивностью поражения более 60,0 %. Эпифитотия мучнистой росы зарегистрирована в 2017 г. (развитие болезни свыше 30,0 %). С 2010 по 2013 гг., а также в 2016 и 2021 гг. на листовом аппарате культуры отмечалось доминирование пятнистостей листьев, с преобладанием септориоза. В условиях 2014–2015 гг., а также с 2017 по 2020 гг. – ситуация в посевах яровой пшеницы была диаметрально противоположной – доминировала мучнистая роса. Для объективной оценки действия фунгицида в ограничении развития болезней основополагающим является уровень инфекции, на фоне которого проходит оценка препарата. Кроме того, особенности динамики развития болезней обуславливают колебания эффективности препаратов по годам. Тактика применения фунгицидов на зерновых культурах с целью защиты от листовых болезней строится на использовании порогов вредоносности болезней [2, 3]. Порог вредоносности, используемый в качестве критерия для применения фунгицидов, представляет собой развитие одной или комплекса болезней на уровне 1,0–5,0 %. Такой уровень интенсивности поражения при создании благоприятных для патогенов условий может вызвать умеренное развитие или эпифитотию. Многолетние исследования, проводимые в лаборатории фитопатологии, показали, что использование порогов

вредоносности как порога целесообразности применения фунгицида – наиболее биологически и экономически обоснованный подход.

Частота встречаемости порогового уровня развития одной или комплекса болезней в ту или иную стадию развития растений яровой пшеницы изменяется по годам. Обобщение данных 2006–2010 гг., проведенное ранее, свидетельствовало о формировании порогового уровня развития одной или комплекса болезней в посевах яровой пшеницы к стадии 37-39 лишь в 10,0 % случаев, а к стадиям 47-59 и 61-65 распределение было равным: по 45,0 % случаев [4]. Однако в 2010-2021 гг. уже в 50,0 % случаев к ст. 37–39 отмечалось достижение порогового уровня одной или комплекса болезней, ст. 51–59 – 41,7 %, ст. 61-65 – 8,3 %. В этой связи фунгицидные обработки (50,0 %) проводились до появления колоса. Задача исследований состояла в оценке биологической эффективности фунгицидов в ограничении развития листовых болезней, в связи с чем дополнительное применение фунгицидов с целью защиты колоса от болезней не планировалось (соблюдение принципа единственного различия при проведении полевых испытаний). В сложившейся ситуации ввиду ограниченного периода действия фунгицидов показатели их хозяйственной эффективности (масса 1000 зерен и величина сохраненного урожая) не находились в прямой зависимости от показателей биологической эффективности.

Биологическая эффективность однокомпонентных триазольных препаратов в ограничении развития листовых болезней находилась на одном уровне и составляла в среднем 50,9–55,3 % (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность однокомпонентных фунгицидов в защите листового аппарата яровой пшеницы от болезней

Препарат	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,		Сохраненный урожай,	
	комплекс пятнистостей		мучнистая роса		г	%	ц/га	%
	среднее	min-max	среднее	min-max				
Азол								
Абаронца, СК	44,1± 16,9	32,2- 56,1	43,0± 35,5	17,9- 68,1	1,30± 0,14	4,1± 0,3	4,9± 0,7	17,8± 9,5
Максони, ВЭ	66,5± 13,1	57,2- 75,7	58,7± 17,5	46,3- 71,1	2,40± 0,14	7,6± 0,3	10,3± 2,5	34,4± 5,9
В среднем	55,3± 17,9	32,2- 75,7	50,9± 24,6	17,9- 71,1	1,85± 0,65	5,9± 2,0	7,6± 3,4	26,1± 11,6
Азанафталин								
Талиус, КЭ	–	–	85,1± 8,8	78,9- 91,3	1,45± 0,07	4,3± 0,1	2,1± 1,8	4,9± 4,5

Примечание. Представлены средние значения ± стандартное отклонение, «–» – нет данных.

Действующее вещество специализированного фунгицида Талиус, КЭ (проквиназид) относится к химической группе квиназолинонов (группа азафталинов) и широко применяется для контроля мучнистой росы в посевах яровой пшеницы. Проквиназид имеет контактно-защитное действие, что обеспечивает профилактическую защиту, а также антипорулирующий эффект, предотвращающий вторичное инфицирование растений, подавляет прорастание спор и образование апрессориев, способен к быстрому проникновению в обработанные ткани и к дальнейшему локально-системному перемещению [12]. Биологическая эффективность препарата Талиус, КЭ в ограничении развития мучнистой росы была стабильно высокой: в среднем составляла 85,1 %, максимум – 91,3 %. Показатели хозяйственной эффективности однокомпонентных фунгицидов для защиты листового аппарата яровой пшеницы от болезней были выше у азолсодержащих препаратов. В целом, за время проведения опытов было сохранено в среднем до 7,6 ц/га (26,1 %).

Двухкомпонентные фунгициды в исследовании были представлены наиболее широко. Препараты сочетали азол и действующие вещества из групп метилбензимидазолкарбаматов, стробилуринов, карбоксамидов, непосредственно азолов, а также стробилурин и метилбензимидазолкарбамат.

Наиболее удачным оказалось сочетание азола и стробилурина. Биологическая эффективность препаратов этой группы в ограничении развития болезней листьев составляла в среднем 75,4–83,4 % (таблица 4).

В целом, следует отметить, что эффективность ограничения развития мучнистой росы и пятнистостей листьев других групп двухкомпонентных фунгицидов находилась на одном уровне и составляла 60,0–75,4 и 61,9–71,3 % соответственно. Препарат Азорро, КС – единственный среди двухкомпонентных фунгицидов, не содержащий азольного действующего вещества. Сочетание карбендазима (метилбензимидазолкарбамат) и азоксистробина (стробилурин) обеспечило защиту от мучнистой росы в среднем на уровне 78,3 %, от пятнистостей листьев – 67,2 %, что было на уровне азолсодержащих двухкомпонентных препаратов, однако показатели хозяйственной эффективности этого фунгицида в годы исследований оказались ниже.

Показатели хозяйственной эффективности у препаратов, содержащих стробилуриновый компонент, за счет защитного действия и физиологического эффекта выше, чем таковые у других групп двухкомпонентных фунгицидов. Так, применение подобных препаратов позволило в среднем увеличить массу 1000 зерен на 13,3 % и благодаря этому сохранить до 30,4 % урожая.

Таблица 4 – Эффективность двухкомпонентных фунгицидов в защите листового аппарата яровой пшеницы от болезней

Препарат	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,			Сохраненный урожай,	
	комплекс пятнистостей		мучиная роса		г	%	ц/га	%	
	среднее	min-max	среднее	min-max					
Азолы									
Абаронна Супер, КС	48,4±12,8	39,4-57,4	–	–	2,75±0,5	8,1±1,3	7,9±0,5	20,3±3,6	
Альфо Супер, КЭ	55,7±6,5	48,5-61,0	53,7±23,3	20,5-72,2	3,40±1,84	10,5±5,8	8,8±2,8	25,7±9,3	
Бамлер Супер, КЭ	–	–	49,5±35,0	24,7-74,2	0,64±0,20	1,7±0,2	3,9±0,1	7,4±1,5	
Колосаль Про, КМЭ	73,4±13,6	63,7-73,0	91,2±5,1	87,6-94,9	1,42±0,05	3,3±0,7	4,2±0,6	8,7±1,4	
Менара, КЭ	58,8±18,6	28,1-82,5	78,4±15,7	56,6-95,2	2,24±0,89	6,1±2,8	6,0±2,0	13,5±5,0	
Прозаро, КЭ	74,9±19,0	36,6-86,4	81,7±14,8	58,6-99,2	1,38±1,54	3,9±4,1	6,4±2,9	14,4±5,6	
В среднем	63,5±17,9	28,1-86,4	72,8±21,9	20,5-99,2	2,10±1,41	6,0±4,4	6,4±2,5	15,8±8,1	
Азол + метилбензимидазолкарбамат									
Карбеназол, КС	45,7±2,0	44,3-47,1	74,3±16,4	62,7-85,9	1,09±0,16	2,6±0,1	3,7±0,1	7,2±0,9	
Рекс Дуо, КС	65,5±20,0	32,3-91,9	55,9±17,4	25,3-75,1	2,77±1,61	9,0±4,8	7,6±2,6	21,1±9,6	
Страж, КС	59,9±32,3	37,0-82,7	–	–	2,30±0,71	8,6±4,2	7,3±2,5	24,9±15,7	
В среднем	61,9±20,2	32,3-91,9	60,0±18,1	25,3-85,9	2,46±1,49	8,0±4,8	7,0±2,7	19,6±10,6	
Азол + стробирулин									
Абакус Ультра, СЭ	84,6±17,3	72,4-96,9	70,6±7,5	65,2-75,9	3,16±1,05	9,8±3,5	13,0±7,9	29,5±20,3	
Аканто Плюс, КС	90,1±6,5	83,8-96,7	77,6±10,8	65,2-84,9	3,07±1,38	9,6±4,8	11,2±7,0	34,4±18,1	
Амистар Экстра, СК	83,5±7,2	75,8-92,7	76,1±4,4	68,7-79,7	4,59±2,90	15,1±9,6	12,5±6,9	33,5±19,3	
Чугур, СК	71,6±8,9	65,3-77,8	–	–	5,05±3,04	15,4±9,9	13,6±7,6	13,0±6,6	
В среднем	83,4±9,6	65,3-96,9	75,4±6,9	65,2-84,9	4,15±2,41	13,3±8,0	12,4±6,3	30,4±17,8	

Продолжение таблицы 4

Препарат	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,			Сохраненный урожай,	
	комплекс пятнистостей		мучнистая роса		г	%	ц/га	%	
	среднее	min-max	среднее	min-max					
Азол + карбоксамид									
Абруста, КС	57,2±18,8	43,9-70,5	63,8±6,9	58,9-68,7	3,73±2,09	10,6±5,2	9,1±0,1	19,4±0,8	
Алексар, КЭ	73,0±8,0	65,3-81,3	65,7±9,3	59,2-72,3	1,72±0,57	5,2±1,8	6,3±2,1	14,7±4,6	
Зангара, КЭ	76,9±12,9	63,3-89,0	86,0±4,1	83,1-88,9	2,22±0,73	7,1±3,8	7,0±1,0	18,9±9,6	
Элатус Эйс, КЭ	74,3±11,5	66,2-82,4	89,9±5,0	86,2-93,3	1,71±0,49	4,1±1,8	4,6±0,1	9,8±2,8	
В среднем	71,3±12,8	43,3-89,0	76,3±13,4	58,9-93,3	2,26±1,12	6,7±3,6	6,7±1,8	16,2±6,8	
Стробилурин + метилбензилидазолкарбамаг									
Азорро, КС	67,2±0,4	67,0-67,5	78,3±8,8	72,1-84,5	1,35±0,52	3,4±1,5	3,8±1,6	7,9±3,2	

Примечание. Представлены средние значения ± стандартное отклонение, «-» – нет данных.

Таблица 5 – Эффективность трехкомпонентных фунгицидов в защите листового аппарата яровой пшеницы от болезней

Препарат	Биологическая эффективность, %				Увеличение массы 1000 зерен,			Сохраненный урожай,	
	комплекс пятнистостей		мучнистая роса		г	%	ц/га	%	
	среднее	min-max	среднее	min-max					
Азолы									
Титул Трио, ККР	72,3±3,3	69,9-74,6	90,9±4,1	88,0-93,8	1,63±0,52	3,9±1,8	4,3±0,4	9,3±3,5	
Амин + азолы									
Замир Тол, КЭ	–	–	63,7±12,5	54,9-72,6	1,89±1,01	5,2±3,5	5,4±2,0	10,7±5,6	
Солигор, КЭ	78,1±14,4	67,9-88,3	–	–	1,67±1,36	4,8±4,0	5,4±4,0	11,9±7,0	
Фалькон, КЭ	59,3±20,7	44,6-73,9	76,6±7,9	71,1-82,2	1,30±1,41	4,2±4,2	3,7±1,4	8,1±5,2	
В среднем	68,7±18,2	44,6-88,3	70,2±11,3	54,9-82,2	1,62±1,02	4,7±3,1	4,8±2,3	10,2±4,9	
Амин + азол + арилфенилкетон									
Капало, СЭ	88,9±12,6	75,0-99,4	83,7±4,8	78,2-87,2	4,20±3,72	14,5±10,7	12,4±9,0	37,6±17,7	
Азолы + карбоксамид									
Элатус Риа, КЭ	–	–	89,8±1,2	88,9-90,6	1,90±0,89	5,0±2,9	5,8±1,8	12,2±6,6	

Примечание. Представлены средние значения ± стандартное отклонение, «–» – нет данных.

Среди изучаемых трехкомпонентных препаратов в ограничении развития мучнистой росы отмечена высокая биологическая эффективность (в среднем 90,9 %) у фунгицида Титул трио, ККР, сочетающего в своем составе три азольных действующих вещества (таблица 5). На этом же уровне оказался защитный эффект (89,8 % в среднем) при сочетании двух азолов и карбоксамида в составе препарата Элатус Риа, КЭ. У других групп трехкомпонентных фунгицидов биологическая эффективность в ограничении развития мучнистой росы составляла в среднем 70,2–83,7 %.

В ограничении развития пятнистостей листьев биологическая эффективность трехкомпонентных препаратов из группы азолов и сочетания амина с азолами была несколько ниже и составляла в среднем 68,7–72,3 %. Среди трехкомпонентных фунгицидов высокая эффективность ограничения развития как мучнистой росы, так и пятнистостей листьев отмечена при применении препарата Капало, СЭ (амин + азол + арилфенилкетон) – в среднем 83,7 и 88,9 % соответственно. Фенпропиморф – системное действующее вещество с лечебным и искореняющим действием из группы морфолинов (амины), которое быстро поглощается растениями и транспортируется по их тканям, обладает низкой липофильностью и высокой водорастворимостью. Эпоксиконазол – триазол (азол), равномерно перераспределяется по тканям, обеспечивая длительное защитное действие. Метрафенон – химическое соединение из группы бензофенонов (арилфенилкетон), которое обладает системным и трансламинарным свойствами. Обладает высокой жирорастворимостью и низкой гидрофильностью, обеспечивая постепенное поглощение и равномерное перераспределение в тканях в месте нанесения на растение, что гарантирует длительное защитное действие.

Применение трехкомпонентных фунгицидов для ограничения развития листовых болезней яровой пшеницы за годы исследований в зависимости от комбинаций действующих веществ препаратов позволило дополнительно сохранить в среднем 9,3–37,6 % урожая.

Заключение. Таким образом, биологически обоснованное применение фунгицидов (при достижении одной или комплексом болезней порогового уровня развития) с целью защиты листового аппарата яровой пшеницы от болезней (мучнистая роса, пятнистости листьев и др.) в период вегетации является высокоэффективным приемом. Анализ результатов многолетних исследований (2010–2021 гг.) по изучению биологической эффективности 27 фунгицидов, состоящих из различных комбинаций действующих веществ, показал, что в целом однокомпонентные препараты обеспечили ограничение развития пятнистостей листьев в среднем на 44,1–55,3 %, мучнистой росы – на

43,0–85,1 %, двухкомпонентные – на 61,9–83,4 и 60,0–78,3 %, трехкомпонентные – на 68,7–88,9 и 70,2–90,9 % соответственно. Проведение своевременной фунгицидной обработки позволит сохранить до 37,6 % урожая (сочетание амина, азола и арилфенилкетона).

Список литературы

1. Бабаянц, Л. Т. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц, А. Мештерхази, Ф. Вехтер. – Прага, 1988. – 321 с.
2. Биологические основы эффективного применения фунгицидов в защите листового аппарата и колоса зерновых культур от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга [и др.]; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2013. – 60 с.
3. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С. Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
4. Динамика развития болезней зерновых культур – основа эффективного использования химических средств защиты / С. Ф. Буга [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – №3. – С. 37-44.
5. Защита пшеницы от септориоза / С. С. Санин [и др.]. – М., 2012. – 24 с. – (Прилож. к журн. «Защита и карантин растений». – 2012. – №4).
6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного. – 2007. – 511 с.
7. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока / МСХ и прод. РБ, ГУ образования, науки и кадров, УО «БГСХА», РУП «Ин-т защиты растений» / 2-е изд., перераб. и доп. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2011. – 398 с.
8. 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.]. – Минск: Бел. Наука, 2012. – 287 с.
9. 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., 1988. – 26 с.
10. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге [и др.]; под ред. Ю.М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Изд-во «Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ», 2004. – 183 с.
11. Сельское хозяйство Республики Беларусь: сб. стат. / Нац. стат. ком.; редкол.: И. В. Медведева (пред. редкол.) [и др.]. – Минск, 2021. – 179 с.
12. Тютюрев, С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С.Л. Тютюрев; Всерос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.: ИПК «Нива», 2010. – 172 с.
13. Тютюрев, С.Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С.Л. Тютюрев // Вестн. защиты растений. – 2001. – №1. – С. 38-53.
14. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур: рекомендации / С. С. Санин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 140 с.
15. FRAC Code List 2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering) [Electronic resource]. – Mode of access: frac-code-list-2021--final.pdf – Date of access: 23.03.2021.
16. Wilcoxon R. D., Atif A. H., Skowmand B. Slow rusting of wheat varieties in the field correlated with stem rust severity on detached leaves in the green house // Plant disease reporter. – Beltsville, 1974. – Vol. 58. – №12. – P. 1085-1087.

E.I. Zhuk, A.N. Khalaev

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

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES IN LIMITING THE DEVELOPMENT OF DOMINANT LEAF DISEASES SPRING WHEAT IN BELARUS

Annotation. The problem of food safety of the country is the main task of grain-growing economic entities. Spring wheat occupies an important place in achieving this goal due to the quality of the products obtained. As a result of the pathological process, diseases of fungal etiology lead to a decrease in the yield of the crop, and also, due to biochemical changes in the affected plants, to a decline in its quality. Against the background of compliance with agrotechnical requirements for the cultivation of spring wheat, the biologically justified use of fungicides (when the development of one or a complex of diseases reaches a threshold level) in order to protect the leaves from diseases (powdery mildew, a complex of leaf spots, etc.) during the growing season is a highly effective technique. Analysis of the results of long-term research (2010–2021) on the study of the biological effectiveness of 27 fungicides consisting of various combinations of active substances showed that, in general, single-component preparations provided a limitation of the severity of leaf spots by an average of 44,1–55,3 %, powdery mildew – by 43,0–85,1 %, two-component – by 61,9–83,4 and 60,0–78,3 %, three-component – by 68,7–88,9 and 70,2–90,9 %, respectively. Timely fungicidal treatment will save up to 30,4 % of the crop (a combination of azole and strobilurin).

Key words: spring wheat, fungicides, leaf spot complex, powdery mildew, area under the disease development curve (DCC), biological and economic efficiency.

А.А. Жуковская

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

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И РАЗВИТИЕ РИНХОСПОРИОЗА В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ РЖИ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 13.05.2022

Рецензент: канд. биол. наук Комардина В.С.

Аннотация. Ринхоспориоз – широко распространенное заболевание в районах возделывания озимой ржи. В статье представлены результаты мониторинга распространения и развития фитопатогена в посевах культуры в Республике Беларусь за 2019–2021 гг.

Ключевые слова: озимая рожь, ринхоспориоз, распространенность, развитие, *Rhynchosporium secalis*, *Rhynchosporium graminicola*.

Введение. Ринхоспориоз (окаймленная пятнистость листьев) – одно из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний озимой ржи, озимых и яровых тритикале и ячменя.

Долгое время считалось, что возбудителем заболевания является гриб *Rhynchosporium secalis*. Однако в настоящее время с помощью молекулярных методов (ПЦР) удалось установить, что возбудителями могут быть два вида (в зависимости от культуры). На озимой ржи, озимом и яровом тритикале *R. secalis* (Oudem.) Davis, на яровом и озимом ячмене – *R. graminicola* Heinsen ex A.B. Frank (синоним: *R. commune* Zaffarano, V.A. McDonald & Linde) [4].

Первые симптомы поражения можно обнаружить уже с фазы 2–3 листьев или кущения на нижних листьях. В условиях высокой влажности гриб может распространяться на листья верхних ярусов. Согласно литературным данным, массовое развитие болезни отмечается в фазы колошения – цветения [15, 19]. Пятна ринхоспориоза появляются преимущественно с края листа на вершине или у его основания, а также на влагалищах листа. Со временем они сливаются, вызывая засыхание и отмирание листовой пластинки. На озимом и яровом ячмене пятна имеют отчетливую темно- или ярко-коричневую кайму (рисунок 1а). На озимой ржи, озимом и яровом тритикале образуются овальные грязно-водянистые пятна, которые со временем приобретают блекло-серый или сизый цвет (рисунок 1б).

Основными источниками первичной инфекции гриба являются пораженные растительные остатки, падалица [22, 20], а по некоторым данным – семена [7, 10].

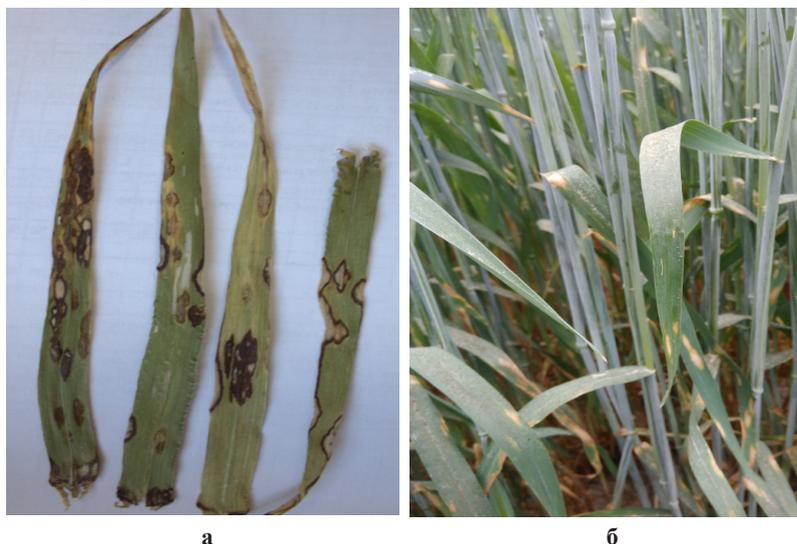


Рисунок 1 – Пятна ринхоспориоза на озимом ячмене (а) и озимой ржи (б)

Болезнь отмечена в Латвии [1, 5], Канаде [12], Германии [13], Финляндии [6], Литве [11], России [19] и других странах.

Наряду с широким ареалом распространенности ринхоспориоза, он характеризуется высокой вредоносностью. В России болезнь особенно вредоносна на Северо-Западе, а также некоторых районах Краснодарского края в зонах с достаточным увлажнением [18]. Вредоносность болезни проявляется в снижении урожая как в количественных, так и качественных показателях. В годы с эпифитотийным развитием ринхоспориоза потери урожая могут составлять от 25 до 60 % [9, 17, 21, 26]. Изучение вредоносности ринхоспориоза, проведенные в лаборатории фитопатологии в 90-е годы прошлого столетия, показали, что в зависимости от степени поражения болезнью масса 1000 зерен может снижаться в пределах 7,0–13,0 % [15].

Снижение качественных показателей культуры обусловлено тем, что болезнь поражает не только листья, но и колос. Например, при раннем инфицировании растений ячменя грибом уменьшается длина колоса и его озерненность, снижаются продуктивная кустистость и масса семян [21]. Снижение продуктивности растений происходит из-за нарушения биохимической структуры растения. Так, у пораженных растений, по сравнению со здоровыми, усиливается интенсивность транспирации и дыхания. Недостаток влаги и питательных веществ приводит к формированию зерна с низкими технологическими качествами. Существенное влияние ринхоспориоз оказывает и на зимостойкость

зерновых культур, что обусловлено понижением количества сахаров в пораженных растениях [24].

Важная роль в развитии болезни на всех этапах эпифитотийного процесса отводится факторам погоды. В литературе имеются данные, согласно которым влажная и прохладная погода, продолжительные и часто выпадающие осадки способствуют интенсивному развитию и распространению болезни [1]. Заражение растений происходит при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, и низкой интенсивности освещения. Сухая погода сдерживает распространение болезни. Определено, что оптимум для развитие гриба находится в пределах +16...+20 °С [13].

В связи с внедрением в сельскохозяйственное производство диплоидных и тетраплоидных сортов, а также гибридов озимой ржи, изменилась и динамика развития ринхоспориоза. Целенаправленных исследований по выявлению поражаемости культуры ринхоспориозом, с учетом современного ассортимента сортов, гибридов не проводилось, что и определило актуальность исследований.

Материалы и методы. Для оценки пораженности посевов озимой ржи в 2019–2021 гг. проводились маршрутные обследования, которые включали анализ инфицированности культуры в период колошения – молочной спелости в хозяйствах республики, а также в условиях конкурсного сортоиспытания.

На опытном поле РУП «Институт защиты растений» оценка пораженности сортов и гибридов болезнью осуществлялась в динамике в течение всего вегетационного сезона, начиная с появления первых симптомов, и далее каждые 7–10 дней на делянках площадью 25 м² в 4-х кратной повторности. В исследования были включены сорта (Офелия, Зазерская 3) и гибриды (Пикассо, 3У Драйв).

Степень поражения ринхоспориозом листового аппарата в посевах озимой ржи оценивалась на основании шкалы, представленной ниже [23]:

0 – отсутствие поражения;

1 – поражено до 10 % листовой пластинки;

2 – поражено 11–25 % листовой пластинки;

3 – поражено 26–50 % листовой пластинки;

4 – поражено свыше 50 % листовой пластинки.

Перевод из балльной шкалы в процентную категорию проводили по формуле:

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

где R – развитие болезни, %;

$\sum(n \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых);

K – наивысший балл поражения шкалы учета.

Распространенность болезни, выраженную в процентах, вычисляли по формуле:

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

где n – количество пораженных растений в пробе, шт.;

N – общее количество учтенных растений в пробе (больных и здоровых), шт.

Стадии развития растений озимой ржи приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [25].

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенного мониторинга фитопатологической ситуации в посевах озимой ржи показали доминирующее положение ринхоспориоза в патогенном комплексе пятнистостей культуры. Гидротермические условия, сложившиеся в 2020 г. в республике (обильное выпадение осадков и среднесуточные температуры выше нормы) способствовали развитию болезни в пределах 2,0–15,9 % (рисунок 2). В 2019 и 2021 гг. этот показатель в целом по республике составил 1–10,0 и 0–6,8 % соответственно, что обусловлено неоднородным температурным режимом с чередованием влажных и засушливых периодов во время вегетации культуры.

Невысокие показатели развития болезни можно объяснить не только погодными условиями, но еще и тем, что все посевы на сортоиспытательных станциях и большинство – в хозяйствах республики, согласно технологии возделывания культуры, подвергаются фунгицидным обработкам. В связи с этим на опытном поле РУП «Институт защиты растений» с 2019 по 2021 гг. проводились исследования по изучению влияния гидротермических факторов на поражение сортов и гибридов. При этом посевы не подвергались фунгицидным обработкам.

В результате исследований существенных отличий по степени поражения сортов и гибридов отмечено не было, поэтому в дальнейшем все данные будут приведены на примере гибрида Пикассо. Показатели учетов свидетельствуют о варьировании степени поражения болезнью озимой ржи в зависимости от года исследований.

В условиях вегетации культуры в 2019 г. отмечено позднее проявление болезни (стадия 49). Обильное выпадение осадков на фоне повышенного температурного режима апреля и первых двух декад мая способствовали распространению конидий ринхоспориоза и заражению растений. В дальнейшем, на протяжении учетного периода, отмечалось повышение среднесуточной температуры вплоть до +26,3 °С, что на 5,7 °С выше нормы, и количество выпавших осадков выше нормы. Такой

гидротермический режим не способствовал сильному нарастанию степени поражения растений, а лишь распространению болезни (рисунок 3).

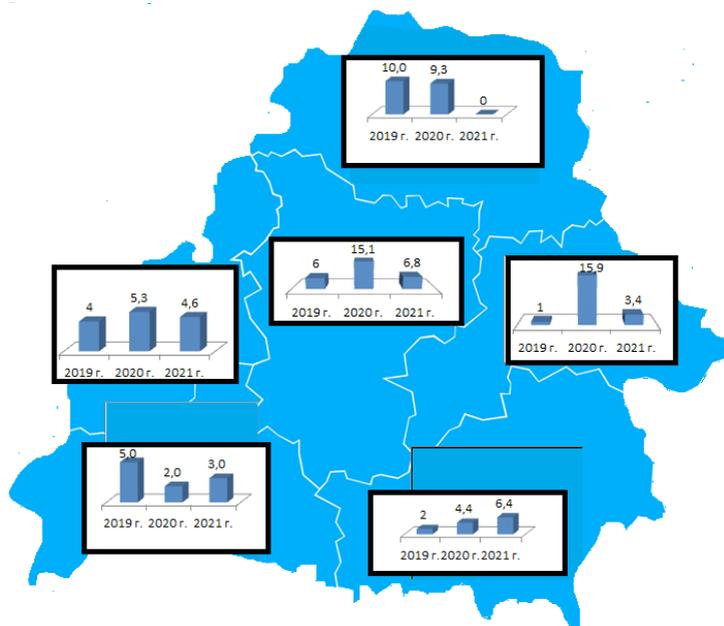


Рисунок 2 – Развитие ринхоспориоза (%) в посевах озимой ржи в условиях Республики Беларусь (маршрутные обследования)

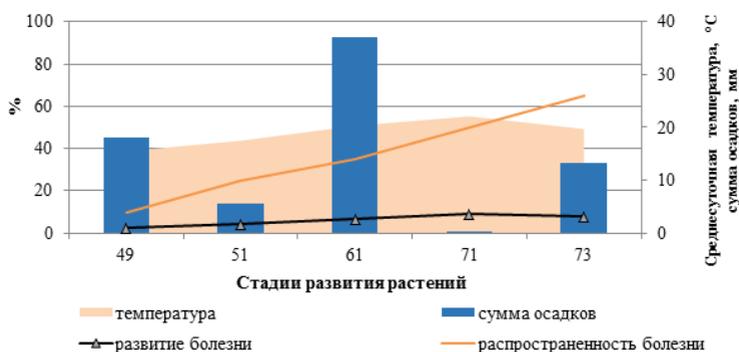


Рисунок 3 – Динамика распространения и развития ринхоспориоза в посевах озимой ржи (РУП «Институт защиты растений», гибрид Пикассо, 2019 г.)

Показатели пораженности болезнью в условиях вегетации растений в 2020 г. характеризовалась значительными колебаниями. После выпадения повышенного количества осадков в период прохождения стадии 61 частота встречаемости болезни снизилась до 46 % и лишь со временем отмечен ее рост. В то же время динамика развития болезни возрастала, чему способствовал температурный фактор (рисунок 4).

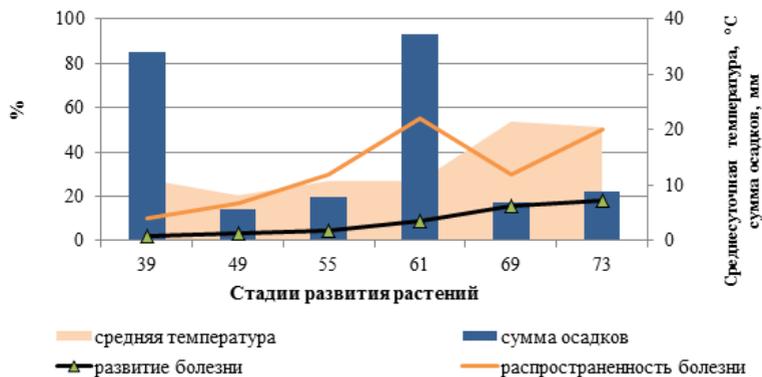


Рисунок 4 – Динамика распространности и развития ринхоспориоза в посевах озимой ржи (РУП «Институт защиты растений», гибрид Пикассо, 2020 г.)

В вегетационном периоде 2021 года ринхоспориоз на озимой ржи был отмечен в конце выхода в трубку растений (ст. 37–39). Динамика распространности болезни начала существенно прогрессировать лишь после выпадения осадков (ст. 69). Развитие болезни также тормозилось до стадии завершения цветения культуры, что обусловлено повышенным температурным фоном и дефицитом выпавших осадков (рисунок 5).

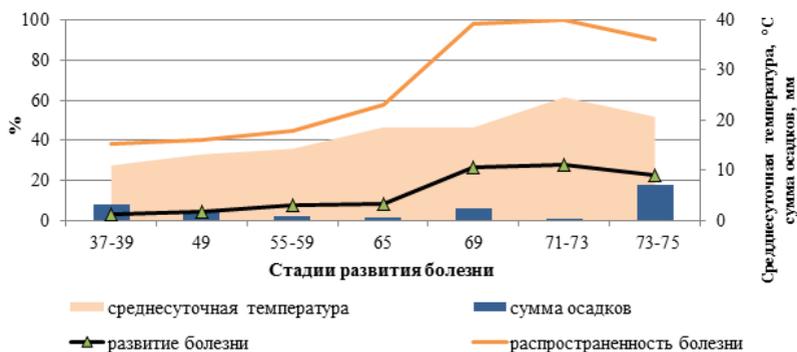


Рисунок 5 – Динамика распространности и развития ринхоспориоза в посевах озимой ржи (РУП «Институт защиты растений», гибрид Пикассо, 2021 г.)

Заключение. Результаты мониторинга, проведенные в 2019–2021 гг., свидетельствуют о повсеместном распространении ринхоспориоза в посевах озимой ржи. В годы исследований в условиях республики и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» этот показатель составлял 10–100 % а степень поражения растений – 1,0–28,1 %. Максимальный уровень развития болезни отмечен в 2020 г. в посевах озимой ржи в Могилевской области. Динамика пораженности и развития ринхоспориоза в посевах гибрида Пикассо чаще лимитировалась температурными условиями на фоне выпадающих осадков, как например в условиях 2019 и 2021 гг.

Список литературы

1. Al-Shehadah, E. Survival and germinability of *Rhynchosporium secalis* conidia exposed to solar radiation / E. Al-Shehadah, A. Al-Daoude, M. Jawhar // Hellenic Plant Protection Journal. – 2018. – Vol. 11. – P. 47-53.
2. Avrova, A. *Rhynchosporium commune*: a persistent threat to barley cultivation / A. Avrova, W. Knogge // Molecular Plant Pathology. – 2012. – Vol. 13. – P. 986-997.
3. Bankina, B. Evaluation of barley disease development depending on varieties / B. Bankina, Z. Gaile // Agronomy Research. – 2009. – Vol. 7. – P. 198-203.
4. Redefining genera of cereal pathogens: *Oculimacula*, *Rhynchosporium* and *Spermospora* / P.W. Croup [et al.] // Fungal Systematics and Evolution. – 2021. – Vol. 7. – P. 67-98.
5. Development of rye leaf diseases and possibilities for their control / B. Bankina [et al.] // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 2013. – Vol. 67. – P. 259-263.
6. Jalli, M. The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland / M. Jalli, P. Laitinen, S. Latvala // Agricultural and food science. – 2011. – Vol. 20. – P. 62-73.
7. Lee, H.K. Symptomless infection of barley seeds by *Rhynchosporium secalis* / H.K. Lee, J.P. Tewari, T.K. Turkington // Can. J. Plant Pathology. – 2001. – Vol. 23, P. 315-317.
8. McDonald, B. Genetic structure of *Rhynchosporium secalis* in Australia // B. McDonald, J. Zhan, J. Burdon // Phytopathol. Ecol. Popul. Biol. – 1999. – Vol. 89. – P. 639-645.
9. Shipton, W.A. Scald of barley // W.A. Shipton, W.J.R. Boyd, S.M. Ali // Review of Plant Pathology. – 1974. – Vol. 53. – P. 839-861.
10. Smatas, R. Pest and disease management in winter rye crop / R. Smatas, I. Gaurilickiene // Latvian Journal of Agronomy. – 2005. – Vol. 8. – P. 179-184.
11. Tekauz, A. Pathogenic variation in *Rhynchosporium secalis* on barley in Canada / A. Tekauz // Can. J. Plant Pathol. – 1991. – Vol. 13. – P. 298-304.
12. Werres, G. Evaluation of a system for optimizing fungicide application to control *Rhynchosporium secalis* on winter rye / G. Werres, H. Hindorf // Bulletin OEPP / EPPO Bulletin. – 1993. – Vol. 23. – P. 565-576.
13. Resistance, epidemiology and sustainable management of *Rhynchosporium secalis* populations on barley / J. Zhan [et al.] // Plant Pathology. – 2008. – Vol. 57. – P. 1-14.
14. Буга, С.Ф. Ринхоспориоз озимой ржи и эколого-экономическое обоснование технологии химической защиты от болезней / С.Ф. Буга, Л.А. Ушкевич // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1996. – № 2. – С. 51-54.
15. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур на территории Республики Беларусь / А.Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2 (111). – С. 9-12.
16. Основные болезни зерновых культур / А.Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – №4. – С. 37-45.

17. Карты распространения вредных организмов, патотипов, генов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтопатогенов на территории Российской Федерации / В.А. Захаренко[и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – 64 с.
18. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т.И. Ишкова[и др.]. – СПб., 2002. – 76 с.
19. Койшибаев, М. Болезни зерновых культур / М. Койшибаев. – Алматы: Бастау, 2002. – 368 с.
20. Коновалова, Г.С. Источники устойчивости ячменя из Юго-Восточной Азии к возбудителю ринхоспориоза (*Rhynchosporium secalis*) / Г.С. Коновалова, О.Н. Соболева // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44, Вып. 3. – С. 248-254.
21. Котова, В.В. Ринхоспориоз зерновых – особенности развития, меры борьбы / В.В. Котова // Защита зерновых культур от болезней в современном земледелии. – СПб., 1995. – С. 52-58.
22. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. тип. им. С. Будного, 2007. – 512 с.
23. Пересыпкин, В.Ф. Распространение и вредоносность ринхоспориоза ячменя / В.Ф. Пересыпкин, Н.А. Драпатый // Микол. и фитопатол. – 1978. – Т. 12, вып.4. – С. 314-320.
24. Грибные заболевания ржи / Г. Пригге [и др.]; под ред. Ю.М. Стройкова // Грибные болезни зерновых культур. – Лимбургерхоф, 2004. – С. 117-135.
25. Чумаков, А.Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Е. Чумаков, Т.И. Захарова. – М.: Колос, 1990. – 84 с.

A.A. Zhukovskaya

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

OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF RHYNCHOSPORIUM IN WINTER RYE CROPS IN BELARUS

Annotation. *Rhynchosporium* is a wide spread disease in the regions of winter rye cultivation. The paper demonstrates the results of the monitoring of occurrence and development of phytopathogene in the crop in the Republic of Belarus for 2019-2020.

Key words: winter rye, *rhynchosporium*, occurrence, development, *Rhynchosporium secalis*, *Rhynchosporium graminicola*.

А.А. Запрудский, А.М. Яковенко, Е.С. Белова, Д.Ф. Привалов
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КОРМОВЫХ БОБОВ НА РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 30.05.2022

Рецензент: канд. биол. наук Попов Ф.А.

Аннотация. Представлены результаты исследований по определению биологической эффективности препаратов для предпосевной обработки семян кормовых бобов Скарлет, МЭ и Фунгилекс, Ж. Действие препаратов отмечено до ст. 35 (видно 5-е растянутое междоузлие). Установлено, что инфицированность семян бобов кормовых представлена грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis fabae*. За период 2017–2021 гг. отмечалась высокая контаминация микромицетами из родов *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus* вызывающими плесневение семян.

Ключевые слова: кормовые бобы, болезни, инфицированность, биологическая эффективность, развитие, урожайность.

Введение. В агропромышленном комплексе Республики Беларусь особое внимание уделяется зернобобовым культурам. Согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг., обеспеченность сельскохозяйственных животных отечественным растительным белком к 2025 г. должна составлять не менее 70 % от общей потребности. В этой связи перед аграриями нашей страны ставится задача по доведению посевных площадей до 350 тыс. га под горох, вику, сою и люпин [9]. Кормовая и пищевая ценность бобов заключается не только в высоком содержании, но и в легкой усвояемости белка, необходимого для полноценного обмена веществ в организме животных. Так, в 1 кг зерна кормовых бобов содержится от 22,6 до 35,0 % белка, 1,29 кормовых единиц, 230–300 г переваримого протеина, а также водорастворимые углеводы и ценные аминокислоты. Семена богаты витаминами С, В₁, В₂, РР, Е, ниацином, рибофлавином, каротином, аскорбиновой кислотой, тиамином. Зерно, силос и зеленая масса кормовых бобов хорошо поедаются всеми видами сельскохозяйственных животных [1, 5, 6]. По содержанию белка бобы превосходят горох и яровую вику, а по биологической ценности не имеют себе равных среди других зернобобовых культур.

Зараженность семян кормовых бобов патогенными микроорганизмами является одной из важнейших причин ухудшения их посевных качеств и возникновения болезней на вегетирующих растениях. Поражение культуры комплексом болезней (альтернариоз (*Alternaria* spp.), фузариоз (*Fusarium* spp.), черноватая пятнистость (*Stemphylium* spp.), шоколадная пятнистость (*B. fabae*), ржавчина (*U. fabae*) и др.) приводит к снижению урожайности до 60 % и более [3, 4, 7].

Поиск новых эффективных препаратов для защиты семян и всходов кормовых бобов от комплекса возбудителей болезней, изучение их влияния на рост и развитие растений являются основной целью исследований.

Материалы и методика проведения исследований. Изучение влияния препаратов для предпосевной обработки семян кормовых бобов на инфицированность и посевные качества, а также на развитие болезней в период вегетации проводили в лабораторных и полевых опытах РУП «Институт защиты растений». Почвы опытных участков дерново-подзолистые. Агротехника – общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне республики. Опыты закладывали в четырех кратной повторности, размер опытных делянок – 20 м². Предпосевную обработку семян проводили на протравочной машине «Неге-11» с увлажнением, из расчета 10 л рабочего раствора на тонну семян.

Зараженность посевного материала кормовых бобов определяли используя методы фитопатологической экспертизы – во влажной камере и на картофельно-глюкозном агаре, посевные качества семян, согласно ГОСТ – 12044-81, на рулонах фильтровальной бумаги [8, 13].

Мониторинг развития болезней в посевах кормовых бобов проводили по общепринятым методикам [7, 8]. Учет развития альтернариоза и черноватой пятнистости на листьях кормовых бобов проводили по 5 балльной шкале: 0 – здоровое растение; 1 – поражено не более 10 % поверхности листьев; 2 – поражено не более 25 % поверхности листьев; 3 – поражено до 50 % поверхности листьев; 4 – поражено свыше 50 %, но не более 75 % поверхности листьев; 5 – поражено свыше 75 % поверхности листьев.

Пораженность растений кормовых бобов фузариозом оценивали по 4 балльной шкале: 0 – здоровое растение; 1 – растение слабо угнетено; нижние листья слегка пожелтели; 2 – заметно угнетение и отставание в росте растения; нижние листья пожелтели и засохли; 3 – растение сильно угнетено; листья нижнего и среднего яруса пожелтели и увяли; 4 – очень сильное угнетение растения; увядание и (или) гибель.

Учет развития шоколадной пятнистости проводили по 4 балльной шкале: 0 – здоровое растение; 1 – поражено до 10 % поверхности растения; 2 – поражено 11–25 % поверхности растения; 3 – поражено

26–50 % поверхности растения; 4 – поражено свыше 50 % поверхности растения, наблюдается гибель растения.

Оценка биометрических показателей растений проводилась в соответствии с методиками, разработанными Ю.К. Новоселовым [10]. Стадии развития растений кормовых бобов приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [11]. Структуру урожайности зерна кормовых бобов проводили согласно общепринятым методикам [12]. Уборку делянок осуществляли путем прямого комбайнирования и обмолота комбайном Nege MDW, с последующим пересчетом на 100 %-ную чистоту и стандартную влажность зерна 14,0 %. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Предпосевная обработка семян является основным приемом защиты кормовых бобов от болезней, позволяющим ограничить процесс их развития уже на ранних стадиях вегетации культуры.

В 2017–2021 гг., нами проводилось изучение и оценка эффективности препаратов для предпосевной обработки семян и защиты всходов кормовых бобов от комплекса возбудителей болезней. Оценивали эффективность протравителя Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л) – 0,4 л/т, а также биологического препарата Фунгилекс, Ж (*Trichoderma* sp. D-11, титр не менее 1 млрд. жизнеспособных спор/мл) – норма расхода 8,0 и 10,0 л/т.

При проведении фитоэкспертизы посевного материала кормовых бобов установлено, что инфицированность семян представлена в основном грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *B. fabae*, а также микромицетами из родов *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus* вызывающими плесневение семян. В годы исследований инфицированность семян кормовых бобов комплексом возбудителей составляла 57,1–88,0 %, доминировал на семенах альтернариоз – 16,0–26,0 %. Протравитель Скарлет, МЭ снижал развитие грибов рода *Alternaria* до 2,0–13,0 %. Высокую ингибирующую активность оказал Скарлет, МЭ в подавлении грибов рода *Fusarium* spp.: зараженность семян снижалась до 1,0–4,0 %, инфицированность непротравленных семян достигала 6,0–17,0 %. Инфицированность семян грибом *B. fabae* достигала 0–10,0 % (таблица 1).

При применении биологического препарата Фунгилекс, Ж в норме расхода 10,0 л/т снижение общей инфицированности семян достигало 11,0–29,0 %, а в норме расхода 8,0 л/т – 12,5–32,0 % по сравнению с вариантом без обработки. Инфицированность семян грибами рода *Alternaria* в варианте с применением Фунгилекс, Ж (10,0 л/т) снижалась до 3,5–14,0 %, Фунгилекс, Ж (8,0 л/т) – до 4,5–14,0 %.

Таблица 1 – Влияние препаратов на снижение инфицированности при предпосевной обработке семян кормовых бобов (лабораторные опыты, картофельно-глюкозный агар, РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие)

Вариант	Об- щая	Инфицированность семян грибами, %			
		в том числе			
		<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>B. fabae</i>	прочие
2017 г.					
Без обработки	59,0	26,0	6,0	0	27,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	12,0	8,0	2,0	0	2,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	28,0	7,5	2,0	0	18,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	26,0	6,0	2,0	0	18,0
2018 г.					
Без обработки	88,0	21,0	7,0	10,0	50,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	31,0	5,0	1,0	0	25,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	32,0	9,0	2,5	2,0	18,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	29,0	7,0	1,0	2,0	19,0
2019 г.					
Без обработки	77,0	22,0	17,0	6,5	31,5
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	21,5	13,0	1,0	1,0	6,5
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	28,0	14,5	2,0	0	11,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	23,5	14,0	2,0	0	7,5
2020 г.					
Без обработки	59,5	16,0	13,0	4,5	26,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	10,0	2,0	4,0	1,0	3,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	16,0	6,0	4,5	1,0	4,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	14,5	5,5	4,0	1,0	4,0
2021 г.					
Без обработки	57,1	16,0	14,0	5,1	22,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	10,5	3,0	2,5	1,0	2,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	12,5	4,0	3,5	1,5	2,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	11,0	3,5	3,5	1,0	2,0

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

Биологический препарат Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т подавлял развитие *Fusarium* spp. – до 2,0–4,0 % и 1,0–4,5 % соответственно. Зараженность необработанных семян фузариозом достигала 6,0–17,0 %. В 2019 г. испытуемый препарат полностью подавлял развитие гриба *B. fabae* по сравнению с вариантом без обработки.

За период 2017–2021 гг. лабораторная всхожесть семян кормовых бобов в варианте без обработки находилась на уровне 91,0–94,0 %. Применение препаратов для предпосевной обработки семян способствовало повышению лабораторной всхожести при применении Скарлет, МЭ (0,4 л/т) на 1,0–4,0 %, Фунгилекс, Ж (8,0 л/т) – 1,0–2,0 %, Фунгилекс, Ж (10,0 л/т) – 2,0–2,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние препаратов на всхожесть при предпосевной обработке семян кормовых бобов на всхожесть (лабораторно-полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», Минский район, сорт Стрелецкие)

Вариант	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	ЛВ	ПВ								
Без обработки	93,0	85,0	91,0	82,5	91,0	85,0	94,0	89,0	94,0	87,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	96,0	91,0	95,0	92,0	93,0	88,0	97,0	94,0	95,0	91,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	95,0	90,0	93,0	89,0	92,5	90,0	96,0	94,5	95,0	91,5
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	95,0	93,5	93,5	91,0	93,0	90,0	96,5	95,0	94,5	92,0

Примечание. ЛВ – лабораторная всхожесть, %; ПВ – полевая всхожесть, %

В полевых опытах препараты для предпосевной обработки семян Скарлет, МЭ (0,4 л/т), Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) обеспечивали повышение полевой всхожести на уровне 88,0–93,5 %, что выше показателей вариантах без обработки – 82,5–89,0 %. Таким образом, предпосевная обработка семян повышает не только лабораторную, но и полевую всхожесть формируя оптимальную густоту стояния растений в поле.

При учете развития болезней в посевах бобов кормовых в стадии 35 (видно 5-е растянутое междоузлие) была выявлена высокая биологическая эффективность протравителя Скарлет, МЭ (0,4 л/т) против альтернариоза (65,9–92,1 %), фузариоза (60,0–62,5 %) и черноватой пятнистости (72,7–100 %). Биологический препарат Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т способствовал снижению развития альтернариоза на 50,0–73,8 % и на 60,2–77,8 % соответственно, фузариоза – 52,0–68,0 % и 52,0–53,3 % соответственно. На развитие черноватой пятнистости биологический препарат Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) существенного влияния не оказал. Применение биологического препарата Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т позволяет сдерживать развитие альтернариоза и фузариоза до ст. 35 (видно 5-е растянутое междоузлие) (таблица 3).

Проведение предпосевной обработки семян кормовых бобов позволяет использовать для посева здоровые семена, создав задел для получения высокого урожая. Так, протравитель Скарлет, МЭ (0,4 л/т) способствовал сохранению от 2,8 до 5,6 ц/га зерна кормовых бобов.

Таблица 3 – Эффективность препаратов на развитие болезней при предпосевной обработке семян кормовых бобов (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, ВВСН 35)

Вариант	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	R, %	БЭ, %								
<i>Альтернариоз (Alternaria spp.)</i>										
Без обработки	8,8	–	6,3	–	3,2	–	7,6	–	6,5	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	3,0	65,9	0,5	92,1	1,0	68,8	1,2	84,2	1,3	80,0
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	4,2	52,3	2,6	58,7	1,6	50,0	2,0	73,7	1,7	73,8
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	3,5	60,2	2,0	68,3	1,2	62,5	1,8	76,3	1,6	77,8
<i>Фузариоз (Fusarium spp.)</i>										
Без обработки	14,3	–	2,5	–	6,0	–	2,2	–	4,8	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	5,4	62,2	1,0	60,0	2,4	60,0	0,8	63,6	1,8	62,5
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	6,8	52,4	1,2	52,0	2,8	53,3	1,2	45,5	2,5	47,9
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	6,4	55,2	0,8	68,0	2,6	56,7	1,0	54,5	2,1	56,3
<i>Черноватая пятнистость (Stemphylium spp.)</i>										
Без обработки	0	0	3,3	–	2,2	–	5,7	–	5,4	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	0	0	0,8	75,8	0,6	72,7	1,4	75,4	1,2	77,7
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	0	0	2,2	33,3	1,4	36,4	2,2	61,4	2,8	48,1
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	0	0	1,6	51,5	1,2	45,5	2,0	64,9	3,2	40,7

Примечания: ВВСН 35 – видно 5-е растянутое междоузлие; R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

Расчеты хозяйственной эффективности биологического препарата Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т в защите культуры от болезней показали, что за счет его применения достоверно сохранено 1,7–2,8 ц/га и 2,1–3,3 зерна кормовых бобов соответственно (таблица 4).

Разница в хозяйственной эффективности между вариантами с применением Скарлет, МЭ (0,4 л/т) и Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) была незначительной.

Заключение. На основании полученных результатов, установлено, что протравитель Скарлет, МЭ (0,4 л/т) эффективно защищает посевы кормовых бобов от альтернариоза, фузариоза и черноватой пятнистости, а биологический препарат Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т – от альтернариоза и фузариоза. Действие препаратов для предпосевной обработки семян отмечено до ст. 35 (видно 5-е растянутое междоузлие). Более активное развитие болезней в посевах кормовых бобов проявлялось к стадии 65 (полное цветение), когда эффективность препаратов была нивелирована. Предпосевная обработка семян кормовых бобов способствовала повышению урожайности от 1,7 до 5,6 ц/га в зависимости от препарата и года возделывания культуры.

Таблица 4 – Влияние препаратов на урожайность кормовых бобов при предпосевной обработке семян (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
2017 г.		
Без обработки	36,5	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	40,8	4,3
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	39,2	2,7
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	39,8	3,3
НСР ₀₅	2,4	
2018 г.		
Без обработки	34,8	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	37,6	2,8
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	36,9	2,1
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	37,1	2,3
НСР ₀₅	2,0	
2019 г.		
Без обработки	36,9	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	42,5	5,6
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	38,6	1,7
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	40,0	3,1
НСР ₀₅	1,6	
2020 г.		
Без обработки	35,4	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	39,0	3,6
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	38,2	2,8
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	38,6	3,2
НСР ₀₅	2,7	
2021 г.		
Без обработки	41,2	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	44,0	2,8
Фунгилекс, Ж (8,0 л/т)	43,1	1,9
Фунгилекс, Ж (10,0 л/т)	43,3	2,1
НСР ₀₅	1,7	

Список литературы

1. Возделывание кормовых бобов / В.Ч. Шор [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд. доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 246–261.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

3. Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46.
4. Роль протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4. – С. 38–41.
5. Иванова, С. Н. Значение качества протеина кормовых бобов в кормлении цыплят-бройлеров / С. Н. Иванова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2017. – № 1 (63). – С. 85–89.
6. Красовская, А. В. Влияние агротехнических приемов и метеорологических факторов на продуктивность кормовых бобов в Западной Сибири / А. Ф. Степанов // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 9 (33). – С. 40–42.
7. Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси: рекомендации / А. А. Запрудский [и др.]. – Минск: Институт защиты растений, 2020. – 43 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – С. 8–140.
9. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 10.04.2021.
10. Новоселов, Ю. К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, Г. Д. Харьков, Н. С. Шеховцова. – М.: ВНИИК, 1983. – 197 с.
11. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале BBCH / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.
12. Растениеводство. Полевая практика: учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 304 с.
- Другие авторы: Э. М. Мухаметов, Л. К. Тупикова, М. Н. Старовойтов, П. И. Панасюга, В. Ф. Винников, А. А. Запрудский.
13. Семена сельскохозяйственных культур. (Методы определения зараженности болезнями): ГОСТ 12044-81. – М., Гос. комитет по стандартам, 1981. – 36 с.

A.A. Zaprudsky, A.M. Yakovenka, E.S. Belova, D.F. Privalov
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

IMPACT OF PREPARATIONS FOR PRESOWING TREATMENT OF FABA BEANS SEEDS ON THE DEVELOPMENT OF DISEASES

Annotation. The paper presents the results of the research on identifying biological efficiency of the preparations Scarlet, ME and Fungilex, L for presowing treatment of faba beans seeds. The effect of the preparations is observed up to BBCH 35 (the 5th stretched joint can be seen). It's established that faba beans seeds are infected with fungi *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. and *Botrytis fabae*. For 2017–2021 *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus* high contamination causing seed mold was observed.

Key words: faba beans, diseases, contamination, biological efficiency, development, yield.

В.С. Комардина

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

КОНТРОЛЬ РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ МАЛИНЫ ЛЕТНЕЙ МОНО- И ДВУКОМПОНЕНТНЫМ ФУНГИЦИДАМИ ИЗ ГРУППЫ ТРИАЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.07.2022

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

Аннотация. Проведены двухлетние исследования по изучению эффективности монокомпонентного фунгицида Топаз, КЭ и двухкомпонентного Луна экспириенс, КС из группы триазолов в контроле развития болезней малины летней, в результате которых установлено, что эффективность обоих препаратов против антракноза и пурпуровой пятнистости составляет 56,4–70,2 % и 66,2–72,6 % соответственно при применении минимальных норм расхода препаратов и от 75,7–83,5 % и 80,6–84,4 % при применении максимальных норм расхода. Эффективность против серой гнили за годы исследований колебалась от 67,8 % до 89,9 %.

Ключевые слова: малина летняя, болезни, антракноз, серая гниль, пурпуровая пятнистость, фунгициды, триазолы, биологическая эффективность.

Введение. В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства, выращивание ягодных культур является целесообразным, как с биологической, так и экономической точки зрения.

Малина является второй по распространению ягодной культурой в мире. В среднем в мире ежегодно производится около 400 тыс. тонн ягод [1]. Наиболее широко ее возделывают в Австралии и Швейцарии.

В настоящее время общая площадь ягодных насаждений в Беларуси составляет 14,6 тыс. га, при этом на долю промышленных посадок приходится 43 %. В республике закладываются промышленные товарные насаждения малины, при этом урожайность в среднем не превышает 60 ц/га при возможных 150 ц/га [2]. Одной из важных причин снижения производства культуры является ограниченность сортимента, в котором отсутствуют высокозимостойкие сорта, устойчивые к основным вредителям и болезням [3-4]. В связи с этим до сих пор не удается удовлетворить в полной мере потребности населения республики в свежих и переработанных ягодах малины из-за больших потерь ввиду поражения болезнями и повреждения вредителями.

Изменившиеся погодные условия и технология возделывания малины, изменение сортового состава в промышленных насаждениях, интродукция сортов зарубежной селекции обуславливают ежегодный высокий запас возбудителей болезней в республике. Доминирующая роль при этом принадлежит серой гнили, на которую приходится 50 % от общих потерь урожая малины, вызываемых комплексом вредителей и болезней, и основной объем защитных мероприятий проводится именно от этой болезни [5, 6]. Из других болезней, на культуре часто встречаются антракноз и пурпуровая пятнистость. В то же время в Беларуси ограничен ассортимент фунгицидов для защиты малины от болезней и, в том числе, от серой гнили.

В связи с этим в 2018–2019 гг. изучали возможность контроля развития болезней малины моно и двухкомпонентным фунгицидами из класса триазолов.

Материалы и методы проведения исследований. Полевые опыты по изучению влияния монокомпонентного и двухкомпонентного фунгицидов из группы триазолов в контроле болезней малины проводили в 2018-2019 гг. в промышленном саду РУП “Толочинский консервный завод” Толочинского района Витебской области на плантации малины летней сорта Бальзам. Площадь опытной делянки составляла 0,2 га, а учетной 10 погонных метров, повторность проведения опыта 4-кратная, расположение делянок рендомизированное, удлиненное.

Обработки монокомпонентным фунгицидом Топаз, КЭ (пенконазол, 100 г/л) – 0,3 л/га и 0,6 л/га и двухкомпонентным Луна экспириенс, КС (флуопирам, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,5 л/га и 0,75 л/га проводили 2кратно в начале (23.05.18 и 22.05.19 гг.) и конце (06.06.18 и 12.06.19 гг.) цветения малины в период массового рассеивания спор грибов *Gleosporium venetum* (возбудитель антракноза), *Didymella appianata* (возбудитель пурпуровой пятнистости) и *Botrytis cinerea* (возбудитель серой гнили).

Учеты распространенности и развития болезней в вариантах опыта, расчет биологической эффективности фунгицидов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [7]. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных выполнена в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение. В условиях 2018 года первая обработка фунгицидами Луна Экспириенс, КС и Топаз, КЭ была проведена в начале цветения малины. В этот период, несмотря на отсутствие осадков, отмечалось интенсивное рассеивание конидий возбудителей антракноза и серой гнили, так как из-за перепада дневных и ночных температур в утренние и вечерние часы выпадали обильные росы. В конце

цветения снижение температуры и небольшие дожди способствовали появлению в варианте без обработки первых признаков антракноза на листьях, которое составило 0,6 % при распространенности 3,1 %, что обусловило проведение второй фунгицидной обработки. Теплая и влажная погода в июле способствовала дальнейшему проявлению антракноза на листьях малины, однако в опытных вариантах в период уборки урожая (6.07) оно не превысило 0,7–1,3 % при распространенности 2,6–5,2 %, в то время как в варианте без обработки составило 4,3 % при распространенности 21,2 %. После сбора урожая, к концу месяца развитие антракноза на листьях малины также оставалось на депрессивно-умеренном уровне и составило в варианте без обработки 9,1 %, в обрабатываемых вариантах – 1,9–4,0 % при распространенности 34 % и 8,2–12,1 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1. Биологическая эффективность двукратного применения фунгицидов против болезней малины, РУП «Толочинский консервный завод», сорт Бальзам, 2018 г.

Фунгицид, д.в.	Норма расхода, л/га	Антракноз (26.07)		Серая гниль (06.07)	Биологическая эффективность, %	
		R, %	P, %	P, %	Антракноз	Серая гниль
Луна экспириенс (флуопирам, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л)	0,5	3,8	11,3	1,2	58,2	84,6
	0,75	1,9	8,3	0,8	79,1	89,7
Топаз, КЭ (пенконазол, 100 г/л)	0,3	4,0	12,1	1,9	56,4	75,6
	0,6	2,2	8,2	1,5	75,7	80,8
Контроль (без обработки)	-	9,1	34,0	7,8	-	-

Примечание. R – развитие болезни, P – распространенность.

При этом биологическая эффективность 2-кратного применения монокомпонентного и двухкомпонентного препаратов в минимальных нормах расхода не превысила 56,4 % и 58,2 % соответственно. В то же время применение обоих препаратов в максимальных нормах снизило развитие антракноза на 75,7–79,1 %. Погодные условия вегетационного периода 2018 года также были неблагоприятны и для развития серой гнили. Первые пораженные болезнью ягоды отмечены в период их созревания в начале июля при наступлении благоприятных погодных условий, а во время массового сбора (6.07) пораженность ягод в варианте без обработки составила 7,8 %, в то время как в опытных вариантах не превысила 0,8–1,9 %, а биологическая эффективность монокомпонентного фунгицида Топаз, КЭ колебалась от 75,6 % до 80,8 %, а двухкомпонентного Луна экспириенс, КС – 84,6–89,7 %, в зависимости от нормы расхода.

В 2019 году изучение эффективности моно- и двухкомпонентного фунгицидов из группы триазолов продолжилось.

Погодные условия в период от распускания почек до бутонизации малины были благоприятны для развития антракноза, пурпуровой пятнистости и серой гнили, что обусловило проведение первой фунгицидной обработки. Во время цветения отмечено 6 дней с дождями до 7 мм. При этом в конце цветения развитие антракноза на листьях в контроле составило 12,1 % при распространенности 27,7 %, а пораженность побегов пурпуровой пятнистостью – 3,1 %, в связи с чем, была проведена вторая обработка опытных вариантов.

В конце июня развитие антракноза на листьях в контроле было на умеренном уровне и составило 16,8 % при распространенности 35,2 %, а распространенность пурпуровой пятнистости – 8,3 %, в опытных вариантах – единичные признаки болезней. В период сбора ягод (2.07) развитие болезней продолжало возрастать, как в контроле, так и в опытных вариантах. А после сбора урожая в конце июля (31.07) в варианте без обработки развитие антракноза достигло 30,5 % при распространенности 59,7 %, поражение побегов пурпуровой пятнистостью – 34,0 % (таблица 2).

Таблица 2. Биологическая эффективность двукратного применения фунгицидов против болезней малины, РУП «Толочинский консервный завод», сорт Бальзам, 2019 г.

Фунгицид, д.в	Норма расхода, л/га	Антракноз (31.07)			Пурпуровая пятнистость (31.07)		Серая гниль (02.07)	
		R, %	P, %	БЭ, %	P, %	БЭ, %	P, %	БЭ, %
Луна экспириенс (флуопирам, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л)	0,5	9,1	24,7	70,2	11,5	66,2	2,7	72,7
	0,75	5,1	17,7	80,3	5,3	84,4	1,0	89,9
Топаз, КЭ (пенконазол, 100 г/л)	0,3	11,2	31,1	63,3	9,3	72,6	3,2	67,8
	0,6	5,9	18,3	80,6	5,6	83,5	1,3	86,9
Контроль (без обработки)	-	30,5	59,7	-	34,0	-	9,9	-

Примечание. R – развитие болезни, P – распространенность, БЭ – биологическая эффективность.

Двукратное применение монокомпонентного фунгицида Топаз в нормах расхода 0,3–0,6 л/га обеспечило биологическую эффективность против антракноза 63,3–80,6 %, против пурпуровой пятнистости – 72,6–83,5 %. В то же время биологическая эффективность использования

двухкомпонентного фунгицида Луна экспириенс в нормах расхода 0,5–0,75 л /га составила против антракноза 70,2–80,3 %, против пурпуровой пятнистости – 66,2–84,4 %.

Погодные условия вегетационного периода 2019 года также были благоприятны для развития серой гнили ягод малины. Первые пораженные болезнью ягоды отмечены в начале их созревания в конце июня в варианте без обработки. Во время массового сбора урожая (2.07) пораженность ягод в этом варианте составила 9,9 %, в то время как в варианте с применением Топаза не превысила 1,3–3,2 %, Луна экспириенс – 1,0–2,7 %. Биологическая эффективность монокомпонентного фунгицида против серой гнили малины в 2019 году составила 67,8–86,9 %, двухкомпонентного – 72,7–89,9 %.

Заключение. Таким образом двукратное применение моно- и двухкомпонентного фунгицидов из группы триазолов против антракноза на листьях и пурпуровой пятнистости на побегах малины обеспечивает биологическую эффективность на одном уровне: от 56,4 % и 66,2 % до 70,2 % и 72,6 % соответственно при применении минимальных норм расхода препаратов и от 75,7 и 80,6 % до 83,5 % и 84,4 % при применении максимальных норм расхода.

В тоже время эффективность применения обоих фунгицидов против серой гнили различалась по годам в зависимости от нормы расхода препарата: если в 2018 году при неблагоприятных для развития болезни условиях разница в эффективности между минимальной и максимальной нормой расхода как у моно-, так и двухкомпонентного препарата не превышала 5,2 %, то в 2019 году, при благоприятных условиях развития эти показатели достигали 17,7–19,1 %.

Список литературы

1. Сельскохозяйственные культуры [Электронный ресурс] / ФАОСТАТ – ФАО, 2019. – Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru#data/QC>. – Дата доступа 19.08.2019.
2. Емельянова, О.В. Технология возделывания малины разного срока созревания / О.В. Емельянова // Наше сельское хозяйство. – 2013. – №9. – С. 100-104.
3. Криворот, А.М. Проблемы развития ягодоводства в Беларуси на современном этапе / А.М. Криворот // Перспективы развития современного ягодоводства в изменившихся климатических условиях: тез. докл. Междунар. науч. конф., (аг. Самохваловичи, 17-19 июля 2019 г.) / РУП «Ин-т плодородства»; редкол.: А.А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – С.37-39.
4. Интегрированная защита растений (плодовые, ягодные культуры и виноград): учеб. пособие / Э.А. Пикушова [и др.]. – Краснодар, КубГАУ, 2015. – С. 101-105.
5. Говорова, Г.Ф. Грибные болезни земляники / Г.Ф. Говорова, Д.Н. Говоров. – Москва, ВСТИСП, 2010. – 168 с.
6. Головин, С.Е. Оптимизация выделения ДНК из биоприманок для диагностики методом ПЦР возбудителей фитофторозов малины и земляники в почве / С.Е. Головин, М.Б. Копина // Садоводство и виноградарство. – 2014. – №2. – С. 38-42.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под. ред. С.Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.

V.S. Komardina

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

CONTROL OF THE DEVELOPMENT OF SUMMER RASPBERRY DISEASES USING MONO-AND TWO COMPONENT FUNGICIDES FROM THE TRIAZOLE GROUP UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS

Annotation. Two year researches on the efficiency of monocomponent fungicide Topaz, CE and two component fungicide Luna experience, SC from the triazole group were conducted when controlling the development of summer raspberry diseases. As a result, it was established that the efficiency of both preparations against anthracnose and spur blight was 56,4–70,2 % and 66,2–72,6 % respectively when used in minimal doses, and 75,7–83,5 % and 80,6–84,4 % when used in maximum doses. The efficiency against gray rot over the years of the research fluctuated from 67,8 % to 89,9 %.

Key words: summer raspberry, diseases, anthracnose, gray rot, spur blight, fungicides, triazole, biological efficiency.

В.С. Комардина, Е.В. Васеха, Р.И. Плескацевич

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

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ ГРИБА *VENTURIA INAEQUALIS* К КРЕЗОКСИМ-МЕТИЛУ В ПРОМЫШЛЕННЫХ САДАХ БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 21.04.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2019–2020 гг., по мониторингу резистентности возбудителя парши яблони к крезоксим-метилу в промышленных садах республики. Оценено влияние трехкратного применения монокомпонентных и комбинированных фунгицидов из класса стробилурины на чувствительность гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу, и дана оценка их биологической эффективности в контроле парши яблони.

Ключевые слова: яблоня, парша, чувствительность, фунгициды, стробилурины, биологическая эффективность.

Введение. Парша яблони, вызываемая грибом *Venturia inaequalis* Wint., является одной из наиболее экономически значимых болезней этой культуры, развитие которой приводит к существенному снижению урожайности и ухудшению товарных качеств плодов. В садах, где защитные мероприятия минимальные, практически ежегодно отмечается её эпифитотийное развитие. Ввиду отсутствия длительной устойчивости к парше у большинства сортов яблони, выращиваемых в промышленных садах республики, тактика защиты от болезни в основном заключается в многократном применении фунгицидов. Для эффективного контроля парши на восприимчивых сортах яблони (Ай-даред, Джонаголд, Чемпион, Голден Делишес и др.) проводится 15 и более фунгицидных обработок за вегетационный сезон, что может приводить к селекции резистентных форм у гриба *V. inaequalis* [5, 7, 11]. Присутствие в популяции резистентных или со сниженной чувствительностью к фунгицидам штаммов значительно усложняет контроль болезни [8, 10].

В системах защиты плодовых культур от болезней повсеместно применяются стробилурины, относящиеся к классу QoI-фунгицидов (Quinone outside Inhibitors), которые на яблоне впервые были зарегистрированы в 1996 году [4, 10]. Поскольку стробилурины ингибируют

только одну биохимическую реакцию в грибах – перенос электронов в митохондриях на участке цитохрома b, эти препараты могут быстро потерять эффективность из-за возникновения к ним резистентности у фитопатогенов. По данным европейских и американских исследователей уже после 4-х лет активного применения стробилуринов два и более раз за сезон отмечено появление устойчивых штаммов гриба *V. inaequalis* [6, 10].

В Беларуси с 2000-х годов стробилурины (с действующими веществами (д.в.) крезоксим-метил и пиракlostробин) применяются для защиты яблони от болезней, при этом уже с 2006 г. отмечено снижение чувствительности возбудителя парши гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу [9]. В настоящее время ассортимент фунгицидов из класса стробилуринов, применяемых на яблоне, представлен тремя действующими веществами: крезоксим-метил, трифлостробин и пиракlostробин.

По литературным данным при систематическом и многократном применении фунгицидов у фитопатогенов может развиваться перекрестная устойчивость к препаратам из одного химического класса, в связи с чем мониторинг чувствительности популяций гриба *V. inaequalis* к широко применяемым фунгицидам остается актуальным [4, 8].

Целью исследований являлось изучение чувствительности возбудителя парши яблони к фунгицидам с д.в. крезоксим-метил и оценка их эффективности в ограничении развития болезни в промышленных садах республики.

Материалы и методы проведения исследований. Материалом для исследований являлись пораженные паршой листья, отобранные с разных сортов яблони, во время маршрутных обследований промышленных садов республики: 12 насаждений Гродненской, 3 – Минской и 1 – Брестской области.

Изучение чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу проводили методом проращивания конидий на 2%-ном водном агаре с фунгицидом Строби, ВГ (крезоксим-метил, 500 г/кг). Отбор образцов листьев и лабораторные опыты проводили по методике FRAC [12]. Конечная концентрация крезоксим-метила составила 2, 50, 100 мкг/мл. Контроль – среда без фунгицида. Повторность опыта – 3-х кратная. Процент QoI-резистентных конидий в образце рассчитывали как отношение количества проросших конидий (%) при концентрации крезоксим-метила 2 мкг/мл (диагностическая концентрация) к количеству конидий (%), прорастающих на среде без крезоксим-метила.

Лабораторно-полевые опыты по изучению влияния многократного применения фунгицидов из класса стробилурины на чувствительность гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу и оценке их биологической

эффективности в контроле парши яблони проводили в 2020 г. в промышленном саду ГП “Восход” Минского района. Мелкоделяночные опыты были заложены на сорте яблони Белорусское сладкое, 2008 г. посадки. Повторность опыта – 10-ти кратная (дерево-повторность). На фоне ранневесенних профилактических обработок медьсодержащими препаратами опрыскивания изучаемыми фунгицидами проводили 3-хкратно, начиная с фенофазы яблони “розовый бутон” (59 ВВСН) с интервалом 10–12 дней (07.05; 19.05; 29.05). В последующих обработках в период формирования и роста плодов применяли фунгициды контактного действия Делан, ВГ (дитианон, 700 г/кг) и Дитан Нео Тек 75, ВДГ (манкоцеб, 750 г/кг). Отбор образцов пораженных паршой листьев яблони для лабораторных исследований проводили в конце июня случайно по 50 штук с каждого варианта опыта. Контролем являлись листья, отобранные из участка, не обработанного фунгицидами.

Учеты распространенности и развития парши яблони в вариантах опыта, расчет биологической эффективности фунгицидов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [1]. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных выполнена в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований, проведенных в 2019–2020 гг. на базе 16-ти промышленных насаждений яблони с разной историей применения препаратов из класса стробилуринов, установлено, что устойчивость возбудителя парши яблони к фунгициду Строби, ВГ в значительной степени зависит от фунгицидной нагрузки в системе защиты сада.

По результатам оценки чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу методом проросших конидий установлено, что в садах, где препараты из этого класса применяли в системе защиты сада до 2-х раз ежегодно, количество проросших конидий при диагностической концентрации крезоксим-метила (2 мкг/мл) было высоким и в среднем за 2 года составило 74,4 %, что было практически на уровне варианта с концентрацией, применяемой в саду (100 мкг/мл) (рисунок 1). В варианте опыта без крезоксим-метила прорастало 83,2 % конидий.

В садах, где препараты из класса стробилурины не применялись 2 года и более, количество проросших конидий при максимальной концентрации крезоксим-метила не превышало 7,8 %, в то время как на среде без фунгицида прорастало в среднем 84,9 % конидий.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном снижении чувствительности возбудителя парши яблони к крезоксим-метилу при систематическом применении препаратов из класса стробилурины в системе защиты сада в течение нескольких лет.

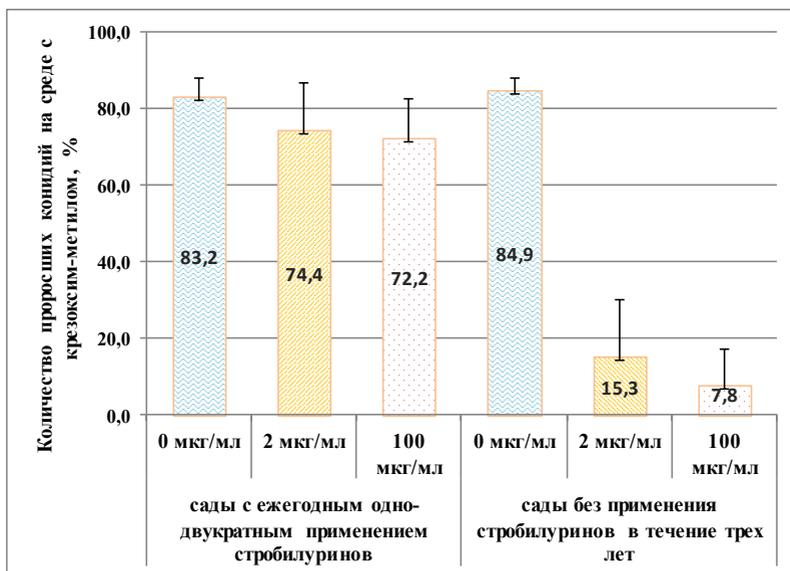


Рисунок 1 – Чувствительность конидий гриба *V. inaequalis*, выделенных из садов с различным уровнем пестицидной нагрузки, к крезоксим-метилу (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019–2020 гг.)

В ранее проведенных исследованиях нами доказано, что четырехкратное последовательное применение фунгицида Строби, ВГ в саду приводит к существенному снижению чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу уже в течение одного вегетационного сезона. При этом после третьей обработки происходит формирование смешанной популяции патогена (чувствительный и резистентный тип), что подтверждено молекулярно-биологическим методом [2].

В настоящее время в Беларуси для применения на яблоне разрешено 5 фунгицидов с д.в. крезоксим-метил: 2 монокомпонентных и 3 комбинированных препарата. В связи с этим в 2020 г. в ГП «Восход» Минского района были заложены лабораторно-полевые опыты по изучению влияния трехкратного применения моно- (Строби, ВГ), двух- (Диккарт, КС) и трехкомпонентных (Терапевт ПРО, КС) фунгицидов на чувствительность гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу в условиях *in vitro* и оценке их эффективности в контроле парши яблони в полевых условиях.

Анализ полученных данных показал, что максимальное количество QoI-резистентных конидий гриба *V. inaequalis* при диагностической концентрации крезоксим-метила (2 мкг/мл) отмечалось после применения монокомпонентного фунгицида Строби, ВГ – 13,3 % (таблица 1).

В то время как в вариантах опыта с двухкомпонентным препаратом Диккарт, КС и трехкомпонентным Терапевт ПРО, КС количество резистентных к крезоксим-метилу конидий составило 4,6 и 6,1 % соответственно, что было на уровне контроля, где обработки фунгицидами не проводились.

При концентрации крезоксим-метила, применяемой в саду (100 мкг/мл), не выявлено статистически значимых различий по прорастанию конидий между вариантами опыта с изучаемыми фунгицидами (4,0–6,3 %) и контролем (2,0 %).

Таблица 1 – Чувствительность конидий гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу, выделенных из стационарного участка после трехкратного применения фунгицидов с д. в. из класса стробилурины (лабораторно-полевой опыт, ГП «Восход», Минский р-н, сорт Белорусское сладкое, 2020 г.)

Вариант	Количество д. в. крезоксим-метила, г/га	Количество проросших конидий, % при концентрации крезоксим-метила (мкг/мл)				Количество QoI-резистентных конидий, %
		0	2	50	100	
Строби, ВГ (крезоксим-метил, 500 г/кг) – 0,2 кг/га	100	85,0	11,3	7,3	4,0	13,3
Диккарт, КС (крезоксим-метил, 125 г/л + пириметанил, 475 г/л) – 0,8 л/га	100	86,0	4,0	4,7	6,3	4,6
Терапевт ПРО, КС (крезоксим-метил, 125 г/л + эпоксиконазол, 125 г/л + дифеноконазол, 80 г/л) – 0,6 л/га	75	87,3	5,3	5,5	4,0	6,1
Контроль (без обработки)	0	83,3	1,3	1,7	2,0	1,6
НСР ₀₅		5,44	4,12	1,99	4,76	

Примечание. Отбор образцов листьев проводился 29.06.2020 г.

Таким образом, установлено, что трехкратное последовательное применение крезоксим-метила в комбинации с действующими веществами из других химических классов (анилинопиримидины и триазолы) не привело к существенному снижению чувствительности возбудителя парши яблони по сравнению с популяцией, не подвергавшейся обработке. Статистически значимые различия по количеству QoI-резистентных конидий были получены только в варианте с монокомпонентным фунгицидом Строби, ВГ при диагностической концентрации крезоксим-метила.

Наличие в популяции фитопатогенов устойчивых штаммов может приводить к снижению эффективности фунгицидов, в связи с этим в полевых условиях была оценена биологическая эффективность моно-, двух- и трехкомпонентных фунгицидов с д.в. крезоксим-метил в защите яблони от парши.

В вегетационном сезоне 2020 г. развитие болезни носило характер ранней эпифитотии. Погодные условия первой половины мая, характеризующиеся умеренной температурой воздуха с избыточным количеством осадков, были благоприятными для развития аскоспоровой инфекции парши и заражения ею листьев яблони. В июне теплая погода с частым выпадением осадков способствовала интенсивному развитию болезни на генеративных органах. Первые признаки парши на кластерных листьях яблони были отмечены в контроле уже в середине мая в период цветения, в опытных вариантах – во 2-й декаде июня. Во второй половине вегетационного сезона в контроле наблюдалось практически 100 %-е поражение паршой как вегетативных, так и генеративных органов, при этом развитие болезни на листьях достигало 52,4 %, на плодах – 48,6 % (таблица 2).

В вариантах опыта с трехкратной обработкой фунгицидами с д.в. крезоксим-метил в периоды, уязвимые для поражения яблони паршой, развитие болезни на листьях было практически на одном уровне и в 3-й декаде августа варьировало от 20,4 до 25,5 %. Биологическая эффективность изучаемых фунгицидов составила 51,3–61,0 %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов из класса стробилурины в защите яблони от парши (полевой опыт, ГП «Восход», Минский р-н, сорт Белорусское сладкое, август 2020 г.)

Вариант	Распространенность болезни, %		Развитие болезни, %		Биологическая эффективность, %	
	листья	плоды	листья	плоды	листья	плоды
Контроль (без обработки)	98,8	100	52,4	48,6	–	–
Строби, ВГ, 0,2 кг/га	51,2	63,6	25,5	34,5	51,3	29,0
Диккарт, КС, 0,8 л/га	50,3	46,4	22,6	15,1	56,9	68,9
Терапевт ПРО, КС, 0,6 л/га	46,7	60,0	20,4	18,4	61,0	62,1

В то же время максимальное развитие парши на плодах отмечалось в варианте опыта с монокомпонентным фунгицидом Строби, ВГ – 34,5 %, биологическая эффективность 3-х кратной обработки не превысила 29,0 %.

Применение комбинированных фунгицидов Диккарт, КС и Терапевт ПРО, КС было более эффективным – развитие болезни составило 15,1 и 18,4 % соответственно, а биологическая эффективность – 68,9 и 62,1 %.

Таким образом, эффективность двух- и трехкомпонентного фунгицидов на основе крезоксим-метила в комбинации с соединениями из других классов в защите яблони от парши была выше по сравнению с монокомпонентным фунгицидом, что также подтверждает результаты лабораторных опытов.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что в садах при регулярном ежегодном применении стробилуринов в системе защиты сада от парши количество резистентных конидий гриба *V. inaequalis* достигает 72,2–74,4 %, в то же время в садах, где обработки стробилуринами не проводились в течение двух и более лет, не превышает 15,3 %.

Доказано, что после трехкратного применения монокомпонентного фунгицида с д.в. крезоксим-метил количество резистентных конидий *V. inaequalis* составило 13,3 %, а биологическая эффективность не превысила 29,0 % на плодах и 51,3 % на листьях. В то время как при использовании двух- и трехкомпонентных препаратов, содержащих крезоксим-метил, количество резистентных конидий не превысило 4,6–6,1 %, а биологическая эффективность достигала 61,0 и 68,9 % соответственно.

Список литературы

1. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
2. Комардина, В.С. Оценка чувствительности возбудителя парши яблони – гриба *Venturia inaequalis* к крезоксим-метилу различными методами / В.С. Комардина, Е.В. Васеха, Р.И. Плесскаевич // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 44. – С. 96-104.
3. Тютюрев, С.Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С.Л. Тютюрев // Вестн. защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 38-53.
4. The strobilurin fungicides / D.W. Bartlett [et al.] // Pest Manage. Sci. – 2002. – Vol. 58. – P. 649-662.
5. Beckerman, J.L. Detection of fungicide resistance [Electronic resource]. – 2013. – Mode of access: cdn.intechopen.com. – Date of access: 15.07.2018.
6. Broniarek-Niemiec, A. Odporność *Venturia inaequalis* na fungicydy strobilurynowe w sadach jabłoniowych w Polsce / A. Broniarek-Niemiec, A. Bielenin // Progress in Plant Protection. – 2007. – Vol. 47 (2). – P. 62-65.
7. Carisse, O. Apple scab: improving understanding for better management / O. Carisse, T. Jobin; Agriculture and Agri-Food Canada. – Canada, 2006. – 22 p.
8. Chapman, K.S. Identification of resistance to multiple fungicides in field populations of *Venturia inaequalis* / K.S. Chapman, G.W. Sundin, J.L. Beckerman // Plant Dis. – 2011. – № 95. – P. 921-926.

9. Kamardzina, V. Sensitivity of *Venturia inaequalis* populations to the kresoxim-methyl / V. Kamardzina // Sodininkystė ir daržininkystė. – Babtai, 2009. – P. 93-100.

10. Occurance of QoI Resistance and detection of the G143 mutation in Michigan populations of *Venturia inaequalis* / K.E. Lesniak [et al.] // Plant Dis. – 2011. – Vol. 95, № 8. – P. 927-934.

11. Prevalence and stability of Qualitative QoI Resistance in populations of *Venturia inaequalis* in the Northeastern United States / Z.A. Frederick [et al.] // Plant Dis. – 2014. – Vol. 98, № 8. – P. 1122-1130.

12. VENTIN spore germination BASF 2006 V1 [Electronic resource] / FRAC. – Mode of access: <http://www.frac.info/monitoring-methods>. – Date of access: 10.01.2019.

V.S. Komardina, E.V. Vasekha, R.I. Pleskatsevich

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

SENSITIVITY OF THE CAUSAL AGENT OF APPLE SCAB *VENTURIA INAEQUALIS* FUNGUS TO KRESOXIM-METHYL IN COMMERCIAL ORCHARDS OF BELARUS

Annotation. In this article, the results of the researches carried out in 2019-2022, based on the monitoring of apple scab agent resistance to kresoxim-methyl in commercial orchards of the republic are presented. The influence of 3-time applications of monocomponent and combined fungicides from strobilurin group on sensitivity of *V. inaequalis* fungus to kresoxim-methyl and their biological efficacy in apple scab control have been assessed.

Key words: apple tree, scab, sensitivity, fungicides, strobilurins, biological efficacy.

Н.В. Лешкевич

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

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗА В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 11.05.2022

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

Аннотация. В статье приведены данные исследований по динамике развития альтернариоза районированных сортов озимого рапса, возделываемых в республике. Показана интенсивность нарастания болезни, отражаемая показателем площадь развития болезни под кривой. Отмечено влияние погодных условий на развитие альтернариоза в зависимости от года возделывания культуры.

Ключевые слова: альтернариоз, степень поражения, интенсивность поражения, озимый рапс.

Введение. Рапс является основной масличной культурой нашей страны, используемой на пищевые, кормовые и технические цели. Несмотря на большую значимость рапса для экономики, потенциал его используется недостаточно. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь посевная площадь озимого рапса ежегодно варьирует и в среднем занимает 350,0 тыс. га, со средней урожайностью маслосемян 23,1 ц/га (2012–2018 гг.).

В условиях Беларуси альтернариоз является повсеместно распространенным заболеванием культуры, развитие которого определяется погодными условиями в период вегетации [1, 2, 12, 16]. Основными возбудителями являются *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. arborescens* (E.G. Simmons). – класс *Dothideomycetes*, подкласс *Pleosporomycetidae*, порядок *Pleosporales*, семейство *Pleosporaceae*, род *Alternaria* [4, 19]. Возбудители болезни могут поражать растения озимого рапса в течение всего периода вегетации культуры, но наибольшая вредоносность отмечается, если инфицирование происходит в конце цветения – во время развития стручков [15]. Степень поражения рапса альтернариозом находится в прямой зависимости от количества осадков в период цветения растений [18]. Вредоносность ее проявляется в снижении длины стручка до 30,5 %, количества семян в стручке – до 31,0 %, массы с одного стручка – до 35,3 %, массы с одного растения – до 81,4 %, массы 1000 семян до 37,9 %, увеличивается содержание глюкозинолатов до 35,7 % и белка до 21,5 % [4].

Несвоевременное или ограниченное проведение защитных мероприятий против альтернариоза приводит к серьезным потерям урожая до 30,0 %. Развитие болезни в 2012 г. достигало 75,3 %, в 2010 г. – 50,0 %, в 2009 г. – 69,6 % [9, 10, 11].

Поэтому постоянный мониторинг фитопатологического состояния посевов культуры, в том числе сроков появления заболеваний, интенсивности их поражения являются предпосылкой для правильной организации и проведения защитных мероприятий.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2021 гг. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 1,89 %, P_2O_5 – 334 мг/кг, K_2O – 268 мг/кг, бор – 0,51 мг/кг, кислотность почвы – 6,13. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания озимого рапса в центральной агроклиматической зоне, включающая вспашку за 3–4 недели до посева и культивацию перед посевом. Под запланированный урожай в основную заправку вносили фосфорные (90 кг/га), калийные (150 кг/га) и азотные (30 кг/га) удобрения. Азотные удобрения вносили дробно: первая подкормка (100 кг/га) – весной после возобновления вегетации, вторая подкормка (60 кг/га) – через 10–15 дней после первой, третья (40 кг/га) – в фазе бутонизации.

Посев озимого рапса проводили в оптимальные для данной агроклиматической зоны сроки. Норма высева 0,8 млн. семян/га. Способ сева – сплошной рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок 15 м².

Мониторинг фитопатологического состояния осуществляли в посевах сортов отечественной селекции, включенных в «Государственный реестр сортов»: Зорный (2007 г.), Лидер (2002 г.), Прогресс (2005 г.), Оникс (2016 г.), Зенит (2016 г.), Витовт (2014 г.), Империял (2013 г.), Август (2013 г.), Николай (2021 г.), Буян (2020 г.), Золотой (2018 г.), Северин (2019 г.) и гибрида Днепр (2011 г.) [17].

Фенологические стадии развития растений озимого рапса приведены в соответствии со шкалой ВВСН [13].

Распространенность болезней рассчитывали по общепринятым в фитопатологии формулам [3, 6]:

Площадь под кривой развития болезни (F), выраженную в условных единицах, определяли по формуле (1) [8]:

$$F = \frac{\sum_{j=2}^m dj(Y_j + Y_{j-1})}{2}, \quad (1)$$

где m – количество учетов (не менее 3);

d_j – разница в днях между двумя последовательными учетами;

Y_j – степень поражения при первом и каждом последующем учете;

Y_{j-1} – степень поражения при втором и каждом последующем учете.

Для характеристики вегетационных периодов использовали гидро-термический коэффициент (ГТК) (2):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum \text{осадков за теплый период или его часть} \times 10}{\sum \text{активного тепла (выше } 10^{\circ}\text{C за тот же период)}} \quad (2)$$

Значение ГТК равное 1,0–1,5 характеризует оптимальное увлажнение, более 1,5 – избыточное, менее 1,0 – недостаточное, менее 0,5 – слабое [14].

Учет развития альтернариоза на растениях озимого рапса проводили по шкале, представленной ниже [7]:

- 0 – отсутствие поражения;
- 1 – поражено до 25 % листовой поверхности;
- 2 – поражено до 26–50 % листовой поверхности;
- 3 – поражено 51–75 % листовой поверхности;
- 4 – поражено более 75 % листовой поверхности.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный мониторинг развития альтернариоза в посевах озимого рапса позволил установить, что все районированные сорта поражаются болезнью, но с разной интенсивностью. Так, развитие альтернариоза в условиях 2015 г. было на депрессивном уровне, увеличение интенсивности поражения отмечено со стадии 80 – начало созревания – 4,5–22,1 %. Первые признаки поражения альтернариозом листьев отмечены в стадии (развитие закладок цветков) (рисунок 1). Развитие болезни в посевах сорта Лидер оказалось самым низким, не превышая 4,5 % при учете в стадии 84–89.

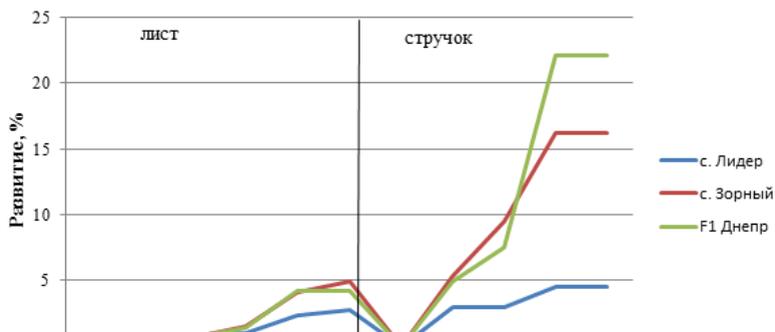


Рисунок 1 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Развитие альтернариоза на стручках озимого рапса в посевах гибрида Днепр к концу вегетации достигало 22,1 %. Скорость нарастания инфекции была выше, о чем свидетельствует показатель площади под

кривой развития болезни, который составил 133,7 усл. ед., в то время как на сорте Зорный – 85,0 усл. ед., сорте Лидер – 27,9 усл. ед. Данный показатель характеризует продолжительность и интенсивность воздействия болезни на растение [8]. В целом, гидротермические условия этого года (0,6 – недостаточное увлажнение) обусловили медленное нарастание болезни в посевах сортов и гибрида озимого рапса.

Погодные условия в 2016 году с периода возобновления весенней вегетации и до созревания культуры характеризовались повышенными температурами и недостаточным количеством выпавших осадков, что сказалось на развитии болезни. Первые признаки поражения растений альтернариозом отмечены в середине цветения культуры (ст. 65), развитие болезни не превышало 3,7 % на листьях (рисунок 2). В дальнейшем в период полной спелости культуры (ст. 89) степень поражения стручков достигла 12,4–24,4 %, чему поспособствовали выпавшие осадки в первых двух декадах июля в 1,5–2 раза превышающие агроклиматическую норму. В целом ГТК сезона составило 1,6 (избыточное увлажнение). Более интенсивное поражение и нарастание болезни отмечено в посевах сорта Зорный (24,4 %) и гибрида Днепр (24,0 %).

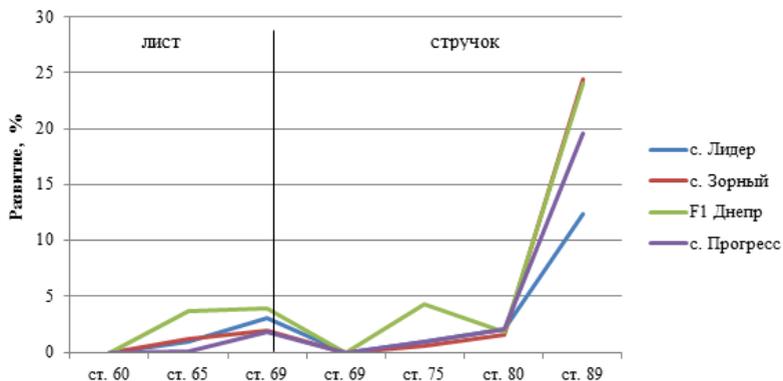


Рисунок 2 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2016 г.)

В вегетационном сезоне 2016–2017 гг. первые признаки поражения альтернариозом отмечены осенью 2016 г. Погодные условия характеризовались выпадением осадков выше нормы на 1,2–52,3 мм и среднесуточными температурами близкими к оптимальным (7,8–9,7 °С), что способствовало поражению растений возбудителями болезни. При учете в ст. 17 (7-й настоящий лист распушен) развитие альтернариоза колебалось от 2,0 % (с. Зорный) до 3,4 % (F₁ Днепр) с распространенностью болезни от 92,3 до 100 %.

При возобновлении весенней вегетации погодные условия отличались температурой воздуха выше среднееголетней нормы на 0,6–2,6 °С и количеством осадков на 3,6–28,1 мм больше нормы, развитие болезни в стадии 20 (нет побочных побегов), было на депрессивном уровне – 3,4 % (с. Лидер). Особенностью развития альтернариоза осеннего и весеннего периодов было отмирание нижних листьев после зимы. Однако, далее до ст. 78 (около 80 % стручков достигли видоили сортотипичного размера) интенсивность нарастания болезни была низкой, что объясняется дефицитом осадков – на 16,6–19,9 мм ниже среднееголетних значений, к стадии начало созревания – от 15,6–19,3 %, а к полной спелости достигало 35,6–48,8 % (рисунок 3).

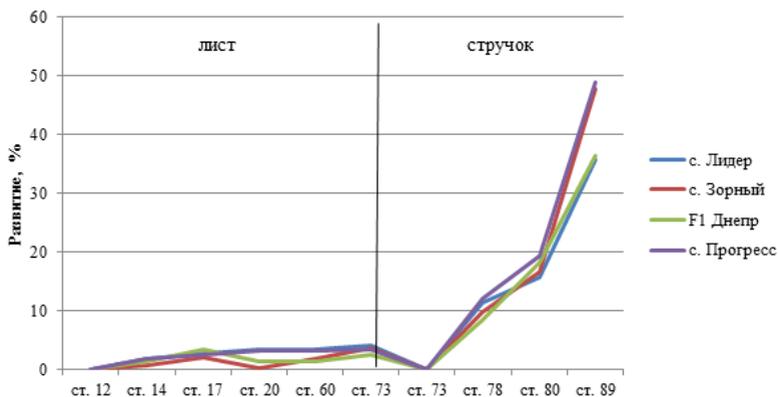


Рисунок 3 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов и гибрида озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2016–2017 гг.)

В ходе проведения исследований было выявлено, что максимальное значение ПКРБ (892,3 усл. ед.) было характерно для сорта Зорный, минимальное (567,6 усл. ед.) – для сорта Лидер. ГТК весенне-летнего периода составило 1,5 (оптимальное увлажнение).

Погодные условия осенью 2017 г. со среднедекадными температурами воздуха выше нормы и количеством осадков, превышающих агроклиматическую норму на 13,3–23,0 мм, способствовали развитию альтернариоза в осенний период. В целом степень поражения болезнью в данный период варьировала от 9,0 (с. Витовт) до 14,2 % (с. Зенит).

В весенний период 2018 г. среднесуточная температура воздуха была выше климатической нормы, а количество осадков существенно ниже нормы, что не позволило альтернариозу на листьях развиваться выше 5,8 % (рисунок 4).

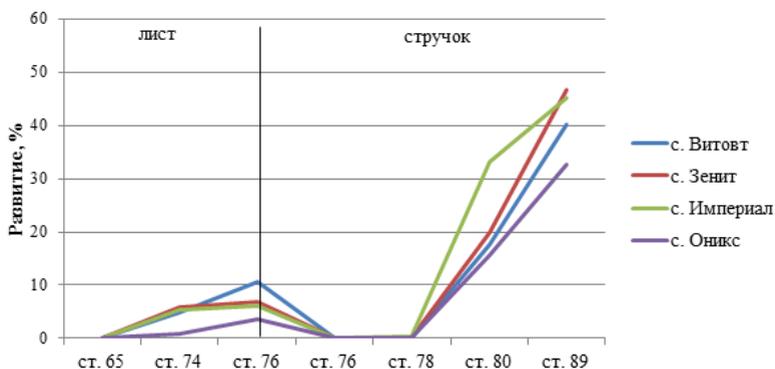


Рисунок 4 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

В июле 2018 г. отмечено обильное выпадение осадков – в 2,5–3,0 раза превышающее норму на фоне температур близких к норме, что способствовало более быстрому распространению и развитию болезни. Так, к стадии начало созревания степень поражения стручков составляла 15,6–33,1 % (рисунок 4), к полному созреванию – 46,7 %. Выявлено, что более поражаемым сортом оказался Зенит, о чем свидетельствует показатель ПКРБ, составляющий 564,9 усл.ед., менее – сорт Ониск – 417,0 усл.ед.

Первые признаки поражения растений озимого рапса альтернариозом под урожай 2019 г. отмечены в осенний период 2018 г. в ст. 15 (5 настоящих листьев культуры распущено). Развитию и распространению болезни способствовали благоприятные погодные условия. Температурный фон (1,0–2,2 раза) и количеством выпавших осадков (на 12,6–28,3 мм) выше нормы способствовало распространению альтернариоза осенью до 100 %. Развитие альтернариоза к стадии 18 (8 настоящих листьев распущено) колебалось в зависимости от сорта и было в пределах 19,7 % на сорте Витовт и 30,0 % сорте Империял (рисунок 5).

В весенний период 2019 г. погодные условия характеризовались дефицитом осадков, но периодами отмечалось избыточное переувлажнение, что сказалось на развитии альтернариоза. Поражение альтернариозом было на депрессивном уровне до ст. 79 (около 90 % стручков достигли видо- и сортотипичного размера). Степень поражения альтернариозом листьев достигала умеренного уровня до 32,0 % в посевах сорта Зенит. На стручках озимого рапса нарастание болезни не имело высокой интенсивности за счет температур, превышающих среднемноголетнюю норму. ГТК весенне-летнего сезона составило 1,4 (оптимальное увлажнение). Так, в ст. 82 развитие болезни колебалось от 4,2 до 8,6 %,

а к стадии полной спелости достигало 83,2–88,8 %. Показатель ПКРБ свидетельствует о том, что в вегетационном сезоне 2019 г. наиболее поражаемым оказался сорт Витовт (1138,2 усл.ед.), наименьшее развитие болезни характерно для сорта Оникс (ПКРБ – 1054,7 усл. ед).

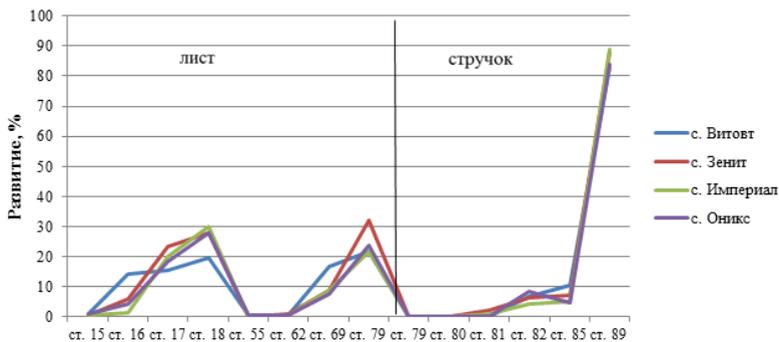


Рисунок 5 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2018–2019 гг.)

В условиях осеннего периода 2019 г. при посеве культуры под урожай 2020 г. первые симптомы поражения альтернариозом отмечены в стадии 16 (6-й настоящий лист распущен). К уходу растений в зиму развитие болезни колебалось, и было на депрессивном уровне 0,4–6,2 % (рисунок 6). Частота встречаемости достигала 68,0 % в посевах с. Витовт, в то время как в посевах с. Зенит не превышала 12,0 %.

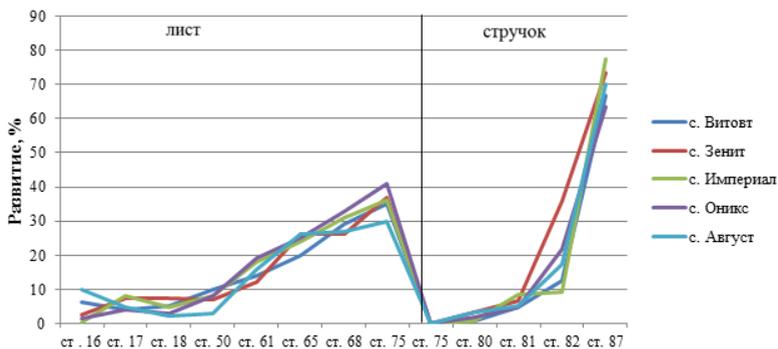


Рисунок 6 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»), 2020 г.)

Погодные условия вегетационного сезона 2020 г. характеризовались дефицитом осадков в период последней декады апреля. Такая же тенденция характерна и для мая, исключая его первую декаду. В начале мая отмечено избыточное увлажнение, превышающее норму в 1,3 раза. Данные погодные условия благоприятно сказались на развитии альтернариоза.

При развитии культуры после зимнего периода отмечено поражение болезнью на уровне 4,0–7,2 %, а к началу июня (ст. 75 – около 50 % стручков достигли видо- или сортотипичного размера) поражение листовой пластины озимого рапса альтернариозом в посевах сортов достигло 30,0–41,0 %. Следует отметить, что температурный фон колебался в пределах среднеголетних значений с периодами избыточного переувлажнения, что повлияло на распространение болезни. ГТК весенне-летнего периода – 1,7 (избыточное увлажнение). В период цветения озимого рапса, развитие альтернариоза достигало 20,0–26,0 %, что свидетельствовало о переходе к умеренному течению болезни. Совокупность таких условий и накопление высокой инфекционной нагрузки на листовой пластине привело к эпифитотии альтернариоза к созреванию культуры. Степень поражения болезнью варьировала от 60,0 % (с. Август) до 88,0 % (с. Империял). Эти данные подтверждаются показателем площади под кривой развития болезни, который составил 1177,2 усл. ед. для этого сорта, а для с. Август этот – 884,0 усл. ед.

В сентябре 2020 г. преобладала теплая погода с неравномерным количеством осадков, интенсивность которых отмечалась в начале месяца, что сказалось на развитии альтернариоза. Первые симптомы болезни отмечены в ст. 13 (3-й настоящий лист распушен), развитие было на уровне 9,8–17,5 %. При уходе растений в зиму развитие колебалось от 16,5 % (с. Оникс) до 25,0 % (с. Северин) (рисунок 7).

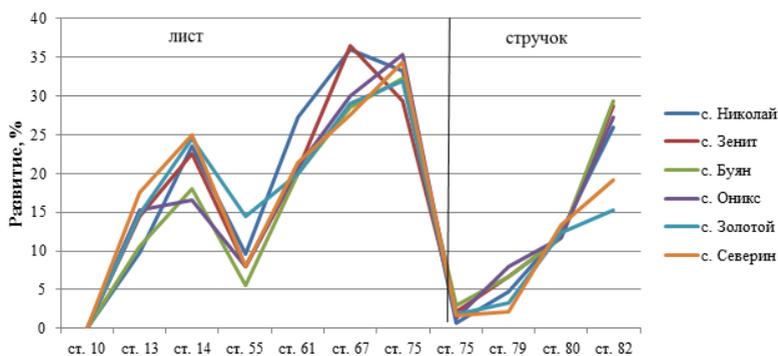


Рисунок 7 – Динамика развития альтернариоза листьев и стручков в посевах сортов озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Степень поражения альтернариоза в весенний период отмечена со ст. 55 (цветки первичного цветоноса видны (закрыты)) и составила 5,6–14,4 %. Поскольку вегетационный сезон 2021 г. характеризовался дефицитом осадков, следовательно развитие болезни оставалось не высоким, составляя к завершению вегетации 15,3–29,3 %. Однако, избыточное увлажнение отмечено во второй декаде мая и июля в 1,3–2,5 раза превышающее норму вызвало высокий уровень поражения листьев растений. ГТК весенне-летнего периода – 1,1 (оптимальное увлажнение). С третьей декады июня отмечено превышение нормы температур в 1,0–1,3 раза, что и сказалось на степени поражения посевов озимого рапса альтернариозом. Полученные данные подтверждаются ПКРБ и составляют 9,0–200,8 усл. ед.

Заключение. Проведенные исследования свидетельствуют о ежегодном распространении альтернариоза в посевах озимого рапса. В годы исследований (2015–2021 г.) степень поражения болезнью достигала 88,8 % в 2019 г. на сорте Империял. Полученные данные свидетельствуют о том, что распространение болезни зависит от погодных условий в период вегетации культуры.

Список литературы

1. Агейчик, В.В. Болезни рапса в Беларуси / В. В. Агейчик // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 4. – С. 35–38.
2. Агейчик, В. В. Патогенная микобиота рапса в Белоруссии / В. В. Агейчик // Фитосанитарное оздоровление экосистем : материалы Второго Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 дек. 2005 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: В. А. Павлюшин (гл. ред.) [и др.]. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 131–133.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]; Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2012. – 173 с.
4. Лешкевич, Н. В. Биологическое обоснование защиты озимого рапса от альтернариоза: дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.07 / Н. В. Лешкевич; РУП «Ин-т защиты растений». – а/г Прилуки Минского района, 2022. – 150 л.
5. Марков, И. Л. Болезни рапса и методы их учета / И. Л. Марков // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 55–60.
6. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я. Э. Пиллок [и др.]; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – 35 с.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 508 с.
8. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]; Науч.-исслед. ин-т растениеводства (Прага-Рузыне). – Прага, 1988. – 321 с.
9. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – 228 с.

10. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2010 году и прогноз их появления в 2011 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2011. – 118 с.
11. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2012 году и прогноз их появления в 2013 году в Республике Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред.: А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2013. – 278 с.
12. Пилюк, Я. Э. Основные болезни рапса в Беларуси и меры борьбы с ними / Я. Э. Пилюк // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 5. – С. 34–36.
13. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, использование / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., перераб. и расшир. – М.: DLV АГРОДЕЛО, 2007. – 320 с.
14. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов // Мировой агро-климатический справочник / Гл. упр. гидрометеорол. служб СССР при СНК СССР, **Агро**-гидрометеорол. ин-т. – Л.– М., 1937. – С. 5–27.
15. Сердюк, О. А. Особенности развития грибов рода *Alternaria* Ness. на горчице сарептской и мероприятия по снижению их вредоносности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / О. А. Сердюк; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Воронеж, 2008. – 26 с.
16. Сорока, С. В. Защита озимого рапса в осенний период / С. В. Сорока, Е. Н. Полозняк, В. В. Агейчик // Белорус. сел. хоз-во. – 2005. – № 9. – С. 21–22.
17. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2013. – Ч. 8 : Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – 236 с.
18. Технологические основы возделывания озимого рапса в Республике Беларусь / Я. Э. Пилюк [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – Прил. к № 1. – С. 12–23.
19. MycoBank Database [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.mycobank.org>. – Date of access: 20.04.2022.

N.V. Leshkevich

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

INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON ALTERNARIA BLIGHT DEVELOPMENT IN WINTER RAPE

Annotation. The paper demonstrates the data on the research on the dynamics of *Alternaria* blight development of recognized varieties cultivated in the republic. The intensity of the disease development is shown reflected by the indicator “the area of the disease development under the curve”. The influence of weather conditions on *Alternaria* blight development depending on the year of the crop cultivation is indicated.

Key words: *Alternaria* blight, rate of infection, intensity of infection, winter rape.

Р.И. Плескацевич

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

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ МОНИЛИОЗА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДА ИНДИГО, КС В НАСАЖДЕНИЯХ ВИШНИ (*CERASUS VULGARIS* MILL.)

Дата поступления статьи в редакцию: 06.04.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Жук Е.И.

Аннотация. В статье представлены данные по многолетней динамике распространённости и развития монилиоза в насаждениях вишни. Установлено, что в годы исследований распространённость монилиального ожога побегов вишни составила 1,6–59,7 %, плодовой гнили – 0,2–27,4 %. Развитие монилиального ожога вишни не зависит от возраста культуры. Изучена биологическая эффективность медьсодержащего фунгицида Индиго, КС. Биологическая эффективность Индиго, КС в нормах расхода 3,0 и 5,0 л/га на вишне составила: в 2020 г. в ограничении монилиального ожога побегов – 77,8–88,1 %, гнили плодов – 86,0–92,0 %, в 2021 г. – 77,8–83,0 % и 88,3–92,0 % соответственно.

Ключевые слова: вишня, монилиоз, возбудители болезни, распространённость, развитие, динамика, медьсодержащий фунгицид, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Вишня (*Cerasus vulgaris* Mill.) – ценная косточковая культура. В настоящее время в Государственном реестре сортов Республики Беларусь зарегистрировано 10 сортов вишни: Вянок, Новодворская, Тургеневка, Живица, Гриот белорусский, Уйфехертой фюртош, Ласуха, Несвижская, Конфитюр, Милавица [2]. В плодах вишни содержится 8–12 % сахаров, 0,75–2,5 % органических кислот, витамины (С, В₁, В₂, РР, Р и др.), микроэлементы и антоцианы, что повышает их значение в диетическом и лечебном питании человека [5]. Однако возделывание культуры и получение высоких урожаев вишни затруднено из-за поражения ее монилиозом и коккомикозом. Причиняемый ими ущерб может составить до 90 % от общего урожая [1].

Анализ видового и структурного доминирования фитокомплекса насаждений вишни, проведенный в 2013 – 2021 гг. показал, что наиболее вредоносными патогенами, поражающими как вегетативные, так и генеративные органы культуры являются возбудители монилиоза – грибы *Monilia laxa* (Aderh. et Ruhland), Honey) и *Monilia fructigena* Pers. [7]. Проявляется болезнь в форме монилиального ожога (весенняя форма поражения) и плодовой гнили (летняя форма).

На основании маршрутных обследований установлено, что в 2013–2014 гг. пораженность различных сортов вишни монилиальным ожогом в садах республики составляла от 55,0 до 100 %. Иммуных сортов в годы исследований не выявлено. Среди сортов вишни, оцениваемых на устойчивость, значительная доля принадлежит сильно- и среднепоражаемым сортам [8].

Монилиальная (плодовая) гниль – летняя форма проявления монилиоза на плодах вишни. Пораженные плоды буреют, а затем чернеют и покрываются рыхлыми пепельно-серыми подушечками, разбросанными в беспорядке (*M. laxa*), реже желтовато-белыми подушечками, расположенными концентрическими кругами (*M. fructigena*). Осадки, выпадающие в фазы «рост плодов» – «созревание», создают благоприятные условия для образования и интенсивного рассеивания конидий, которые вызывают повторные заражения. Большая часть пораженных плодов опадает. Оставшиеся на ветках плоды мумифицируются, приобретают глянцево-черную окраску и в таком виде зимуют [9]. Эффективность возделывания вишни зависит не только от ассортимента привойно-подвойных комбинаций, но в значительной степени от агротехнических и защитных мероприятий [10].

Материалы и методика проведения исследований. Стационарные наблюдения и полевые опыты по изучению распространенности и развития монилиоза проводили на сорте вишни Вянок 2002, 2005, 2009 и 2010 годов посадки в РУП «Институт плодоводства», аг. Самохваловичи Минской области.

Исследования по оценке биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Индиго, КС (345 г/л сульфата меди трехосновного) в нормах расхода 3,0 и 5,0 л/га в ограничении монилиоза проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5]. Исследования выполняли на естественном инфекционном фоне. Фунгицид Индиго, КС в 2020–2021 гг. применяли трехкратно. Первая обработка – профилактическая, в фазу вишни «зеленый конус», ВВСН 53–55 (2-я – 3-я декады апреля). Вторую химобработку Индиго, КС проводили в наиболее уязвимый для заражения монилиозом период: «белая почка – начало цветения», ВВСН 57–59 (рассеивание конидий возбудителей болезни) – 3-я декада апреля – 1-я декада мая; третью – в фазу «рост плодов», ВВСН 74–75 (массовое рассеивание конидий возбудителей болезни) – 3-я декада мая – 1-я декада июня. Контроль – без обработки.

Повторность опыта 10-кратная (дерево – повторность). Возраст посадок – 10–11 лет. Норма расхода рабочей жидкости из расчета 1000 л/га.

Учеты распространенности монилиального ожога и плодовой гнили проводили в динамике по общепринятой в фитопатологии методике. Ввиду очень быстрого нарастания монилиального ожога оценку степени поражения дерева проводили комплексно, по состоя-

нию цветков, листьев и побегов. Показатели распространенности (P) и развития (R) болезней рассчитывали по формулам: $P = (a \cdot 100) / n$; $R = \sum (a \cdot b) \cdot 100 / (n \cdot N)$, где P – распространенность болезни (%); R – развитие болезни (%); a – количество пораженных листьев или плодов; n – количество просмотренных листьев или плодов; b – соответствующий балл поражения; N – высший балл шкалы поражения [4, 6]. Для статистического анализа результатов исследований использовали методики, разработанные Б. А. Доспеховым [3]. Обработка экспериментальных данных выполнена в пакете прикладных программ MS Excel, Statistica 10.0.

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

На стационарном участке РУП «Институт плодородства» в годы исследований (2015–2021 гг.) развитие монилиального ожога на побегах вишни сорта Вянок составило от 0,5 % до 41,8 % при распространенности 1,6–59,7 % (рисунок 1).



Рисунок 1 – Динамика распространенности и развития монилиального ожога на побегах вишни (РУП «Институт плодородства», аг. Самохваловичи, Минский район, Сорт Вянок, 2010 г. посадки)

В вегетационном периоде 2013 г. отмечалось эпифитотийное развитие монилиального ожога, была проведена оценка распространенности и развития болезни в разновозрастных насаждениях вишни. В результате установлено, что поражаемость монилиальным ожогом не зависит от возраста культуры (рисунок 2). Распространенность болезни в значительной степени определяется прохладной температурой воздуха в мае в пределах +12...+13 °С, количеством выпадающих в мае – июне

осадков, наличием инфекции. Развитию болезни способствуют обильные, долго не спадающие росы и туманы в сочетании с относительно высокой, около +20 °С температурой воздуха в июне.

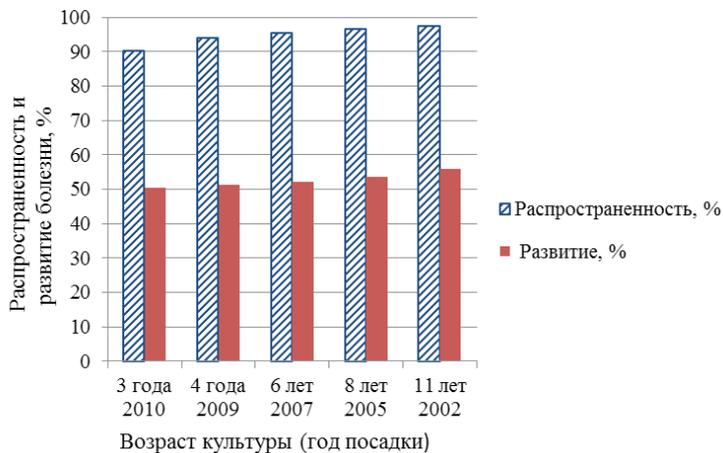


Рисунок 2 – Распространенность и развитие монилиального ожога на побегах вишни, в зависимости от возраста культуры (РУП «Институт плодородства», аг. Самохваловичи, Минский район, Сорт Вянок, 2013 г.)

Анализ поражения монилиозом плодов сорта Вянок на стационарном участке показал, что распространенность плодовой гнили в годы исследований составила: от 0,2 до 27,4 % (рисунок 3).

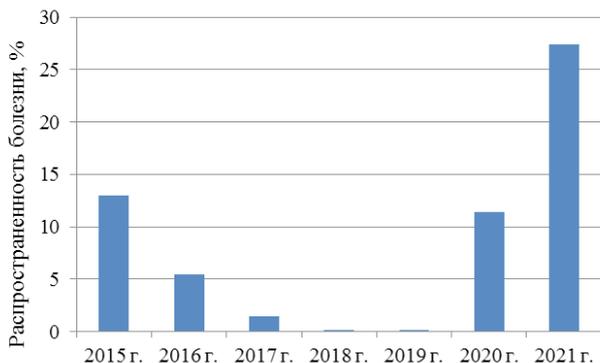


Рисунок 3 – Динамика распространенности плодовой гнили вишни (РУП «Институт плодородства», аг. Самохваловичи, Минский район, Сорт Вянок, 2010 г. посадки)

Для защиты вишни от монилиоза важная роль отводится профилактическим обработкам, которые проводятся в период «начало распускания почек» при наступлении температуры воздуха +5 °С и выше. В настоящее время в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для опрыскивания вишни от болезней включен только один медьсодержащий фунгицид – Азофос Форт, 30 % к.с. (хлорокись меди). Ограниченный ассортимент медьсодержащих фунгицидов, предназначенных для профилактической ранневесенней обработки насаждений вишни, не всегда позволяет снизить ущерб, вызванный повышением вредоносности монилиоза, которая связана с изменением особенностей биологии патогенов, повышением их адаптационного потенциала. Поэтому в 2020–2021 гг. с целью расширения ассортимента пестицидов, разрешенных для применения в насаждениях вишни, проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Индиго, КС (345 г/л трехосновного сульфата меди).

Погодные условия весенних периодов 2020–2021 гг., когда средне-суточные температуры воздуха марта и первой половины апреля были выше (на +3,3 °С) и на уровне многолетних значений (+0,6...+6,6 °С) обусловили раннее созревание и начало рассеивания конидий *M. laxa* – возбудителя монилиального ожога. Первые признаки монилиального ожога в виде побурения цветков отмечены в конце третьей декады апреля – первой декаде мая, в фенофазу «начало цветения». На протяжении мая наблюдалась холодная (на 3,0–2,1 °С ниже средней многолетней температуры воздуха с умеренным (81,4 %) и избыточным (179 %) количеством осадков погода. В первой – второй декадах мая отмечалось рассеивание конидий гриба *M. laxa* и *M. fructigena*, в третьей декаде мая – массовое рассеивание спор возбудителей, что способствовало заражению цветков, листьев и побегов и интенсивному развитию болезни, которое на побегах вишни носило характер ранней эпифитотии по взрывному типу. Уже к концу мая развитие болезни в варианте без обработки составило 11,5–18,7 % при распространенности 22,5–32,5 % (рисунок 4). На единичных побегах отмечалось спороношение гриба *M. laxa*. В опытных вариантах развитие болезни было незначительным: в варианте с минимальной нормой расхода Индиго, КС, 3,0 л/га – 2,7 % (2020 г.) и 3,9 % (2021 г.) при распространенности 8,6 % и 12,5 % соответственно, в варианте с максимальной нормой расхода Индиго, КС, 5,0 л/га – 2,1 % (2020 г.) и 2,5 % (2021 г.) при распространенности 6,6 % и 8,6 %.

В июне избыточное (151 %) и в пределах нормы (95 %) количество осадков на фоне повышенной температуры воздуха (на 3,1 и 1,6 °С выше нормы) способствовало дальнейшему развитию монилиального

ожога. К концу первой половины вегетационного периода в варианте без обработки развитие болезни на побегах вишни составило 37,6–41,8 % при распространенности 53,7–59,7 %, в опытных вариантах увеличилось до 7,6–9,3 % при распространенности 19,3–24,4 % с применением Индиго, КС, 3,0 л/га и до 4,5–7,1 % при распространенности 13,5–20,2 % с применением Индиго, КС, 5,0 л/га.

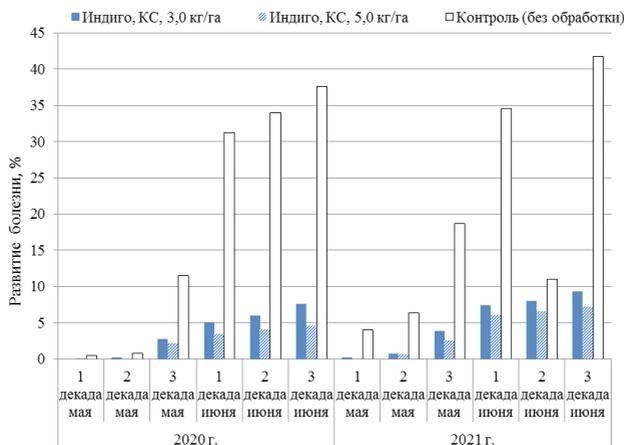


Рисунок 4 – Биологическая эффективность фунгицида Индиго, КС против монилиального ожога побегов вишни (полевого опыта, РУП «Институт плодоводства», аг. Самохваловичи, Минский район, сорт Вянок, 2020–2021 гг.)

В результате исследований установлено, что в видовом составе гнилей плодов вишни в вегетационных периодах 2020–2021 гг. доминировала монилиальная (плодовая) гниль. Обработки фунгицидом Индиго, КС эффективно сдерживали развитие болезни. В варианте без обработки первые пораженные монилиозом плоды отмечены в первой декаде июня, в опытных вариантах – в первой декаде июля. В период уборки урожая распространенность плодовой гнили составила: в варианте без обработки 11,4–27,4 %, в опытных вариантах – 1,6–1,0 % (2020 г.) – 3,2–2,2 % (2021 г.) (таблица).

Таким образом, установлено, что трехкратная обработка фунгицидом Индиго, КС в нормах расхода 3,0 и 5,0 л/га эффективно сдерживает развитие как монилиального ожога, так и плодовой гнили. Биологическая эффективность составила: в 2020 г. в ограничении монилиального ожога – 79,8–88,1 %, гнили плодов – 86,0–91,2 %; в 2021 г. против монилиального ожога – 77,8–83,0 %, гнили плодов – 88,3–92,0 % соответственно. Сохраненный урожай плодов в вариантах с применением фунгицида Индиго, КС составил: в 2020 г. – 14,5–39,9 % и в 2021 г. – 23,6–41,6 %.

Таблица – Биологическая и хозяйственная эффективность фунгицида Индиго, КС в ограничении монилиальной гнили плодов вишни в урожае. РУП «Институт плодородства», аг. Самохваловичи, Минский район, сорт Вянок, полевой опыт, 2020 – 2021 гг.

Вариант	Распространенность, %		Биологическая эффективность, % (2-ая декада июля)		Сохраненный урожай, %	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Индиго, КС, 3,0 л/га	1,6	3,2	86,0	88,3	14,5	39,9
Индиго, КС, 5,0 л/га	1,0	2,2	91,2	92,0	23,5	41,6
Контроль (без обработки)	11,4	27,4	–	–	–	–

На основании результатов двухлетних исследований фунгицид Индиго, КС включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь ...» для опрыскивания насаждений вишни (трехкратно) в период вегетации в нормах расхода 3,0–5,0 л/га.

Заключение. На основании многолетнего мониторинга видового состава болезней вишни и их вредоносности установлено, что доминирующая роль в формировании эпифитотической ситуации в садах принадлежит монилиальному ожогу побегов и плодовой гнили, возбудителями которых являются грибы *M. laxa* и *M. fructigena*.

В годы исследований (2012–2021) развитие монилиального ожога на побегах вишни составило: от 0,5 % до 41,8 % при распространенности 1,6–59,7 %, пораженность плодов плодовой гнилью – 0,2–27,4 %.

Для регулирования фитосанитарной ситуации в насаждениях вишни представлена оценка эффективности профилактического и лечебного применения Индиго, КС. Биологическая эффективность фунгицида Индиго, КС, 3,0 и 5,0 л/га против болезней вишни составила: в 2020 г. в ограничении монилиального ожога – 79,8–88,1 %, гнили плодов – 86,0–91,2 %, в 2021 г. против монилиального ожога – 77,8–83,0 % и гнили плодов – 88,3–92,0 % соответственно.

Список литературы

1. Вышинская, М.И. Наиболее вредоносные болезни вишни в Беларуси / М. И. Вышинская // Проблемы фитопатологии в Республике Беларусь: тез. докл. науч. конф., 3 апреля 1996 г. – Минск, 1996. – С. 19–20.
2. Государственный реестр сортов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. за выпуск: В. А. Бейня. – Минск, 2021. – 268 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – С. – 351.

4. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С.В. Сороки – Минск, 2005. – С. 388–417.

5. Колесникова, А.Ф. Вишня / А.Ф. Колесникова, А.И. Колесников, В.Г. Муханин – М.: Агропромиздат, 1986. – 238 с.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию. Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 511.

7. Плескачевич, Р.И. Защита вишни от болезней в условиях Беларуси / Р.И. Плескачевич, Е.Е. Берлинчик // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / Рос. акад. с. – х. наук, Всерос. селекционно – технологический ин-т садоводства и питомниководства; редкол.: И.М. Куликов, В.А. Высоцкий, О.Г. Казаков. – М., 2010. – Т. XXIV, № 2. – С. 215–221.

8. Плескачевич, Р.И. Болезни косточковых культур / Р. И. Плескачевич, Е. Е. Берлинчик // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 4 (39). – С. 86–90.

9. Плескачевич, Р.И. Гнили плодов вишни / Р. И. Плескачевич // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2018. – № 5. – С. 89–92.

10. Упадышева, Г.Ю. Продуктивность вишни в зависимости от срока эксплуатации сада / Г.Ю. Упадышева // Садоводство и виноградарство. – 2017. – № 2. – С. 52–57.

R.I. Pleskatsevich

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

DYNAMICS OF MONILIOSIS DEVELOPMENT AND THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE FUNGICIDE INDIGO, CS TO CHERRY PLANTS (*CERASUS VULGARIS* MILL.)

Annotation. The paper presents the data on a long term dynamics of the occurrence and development of moniliosis in cherry plants. It's established that during the research the occurrence of blossom blight of cherry sprouts was 1,6–59,7 %, and fruit rot – 0,2–27,4 %. The development of cherry blossom blight doesn't depend on the age of the crop. The biological efficiency of the copper fungicide Indigo, CS was studied. The biological efficiency of Indigo, CS applied in a dose of 3,0–5,0 l/ha to cherry amounted to in 2020: 77,8–88,1 % for limitation of blossom blight of sprouts, and 86,0–92,0 % for limitation of fruit rot; in 2021: 77,8–83,0 % and 88,3–92,0 % respectively.

Key words: cherry, moniliosis, pathogens, occurrence, development, dynamics, copper fungicide, biological and economic efficiency.

В.А. Радивон

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

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ В ПОСЕВАХ СОРТОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022

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

Аннотация. Результаты исследований развития корневой гнили в посевах сортов ярового тритикале за 2015-2019 гг. показали, что степень поражения болезнью сорта Узор к концу вегетации (ст. 85) составляла от 4,0 до 30,4 %, Дублет – от 9,2 до 42,3 % и Садко – от 4,6 до 32,3 %. Высокое развитие корневой гнили отмечалось в годы, когда количество выпавших осадков в вегетационном сезоне было наименьшим (2015 г.) либо наибольшим (2017 г.) относительно нормы. Выявлена полиномиальная зависимость ($R^2 = 0,75$) между показателями площадь под кривой развития болезни и суммой осадков за период от посева до мягкой восковой спелости (ст. 85), свидетельствующая о том, что степень поражения ярового тритикале корневой гнилью возрастает в условиях как недостаточной, так и избыточной увлажненности.

Ключевые слова: яровое тритикале, корневая гниль, развитие, площадь под кривой развития болезни, гидротермические условия.

Введение. Корневая гниль – наиболее распространенная болезнь ярового тритикале в Беларуси среди тех, которые отмечаются в посевах культуры. Основными грибами-возбудителями корневой гнили ярового тритикале являются грибы рода *Fusarium* – их частота встречаемости в общей структуре грибов, контаминирующих корневую систему, достигает 68,5 %. Среди грибов рода *Fusarium*, вызывающих болезнь, идентифицировано 11 видов, из которых *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* и *F. culmorum* доминируют на протяжении всего периода вегетации [1]. Виды грибов рода *Fusarium* отличаются различной патогенностью, приуроченностью к стадии развития культуры и негативным влиянием на растение. Снижение всхожести ярового тритикале под воздействием доминирующих видов происходит на 22,0-85,0 %, длины ростков и корней проростков на 31,5-84,4 % и 41,1-77,8 % соответственно в зависимости от патогенности гриба [2]. Вследствие развития болезни недобор урожая ярового тритикале проявляется в снижении количества зерен с колоса на 35,7 %, массы зерен с колоса – на 40,0 %, массы 1000 зерен – на 9,7 % [3].

Семена ярового тритикале являются одним из источников корневой гнили. Установлено, что их инфицированность грибами рода *Fusarium* достигает 20,0 % [4]. Также инфекция сохраняется на растительных остатках в почве и на ее поверхности, пораженных дикорастущих и сорных растениях. Насыщение севооборотов зерновыми культурами, поверхностная обработка почвы и другие нарушения технологии возделывания ярового тритикале способствуют накоплению инфекции, что может привести к возникновению эпифитотии корневой гнили при наступлении благоприятных погодных условий для развития патогенов [5]. Одной из причин высокого развития болезни является нарушение оптимальной увлажненности сезона. Некоторые исследователи отмечают увеличение пораженности зерновых культур корневой гнилью в условиях засушливого вегетационного периода, другие – при повышенной влажности почвы. На основании многолетних исследований М.Ф. Григорьева установлено, что частота встречаемости фузариозной корневой гнили в посевах озимой пшеницы в Центральном Нечерноземье России возрастала в засушливые годы, яровой – в годы с избытком осадков [6]. Н.В. Васильевой и В.Е. Синещековым, по результатам исследований в посевах яровой пшеницы за 1986-2015 гг., сообщается, что в лесостепи Западной Сибири максимальная вредоносность возбудителей корневой гнили отмечалась в условиях засухи на фоне высоких температур, а также в годы с избыточным выпадением осадков [7]. Л.Ф. Ашмарина отмечала, что решающее значение для развития корневых гнилей зерновых имеет количество влаги в почве во время прорастания всходов до выхода их на поверхность. При снижении влажности почвы в этот период до 30,0 % от нормы увеличение поражения всходов корневыми гнилями происходит на 27,0 % [8]. Н.А. Склименок и С.Ф. Буга, напротив, установили, что увеличение влажности в период август – октябрь способствует поражению озимой пшеницы корневой гнилью в стадии середина кущения (ст. 25) [9].

Яровое тритикале в нашей стране возделывается более 20 лет и на протяжении всего этого периода исследователями отмечалось поражение культуры корневой гнилью [10, 11]. Однако в литературе не имеется достаточно сведений о степени поражения культуры болезнью и условий, влияющих на этот патологический процесс. С целью определения факторов, благоприятствующих развитию болезни в посевах ярового тритикале, нами были проведены исследования о значении гидротермических условий в поражаемости сортов ярового тритикале фузариозной корневой гнилью.

Материалы, методы и условия проведения исследований. Оценку развития корневой гнили проводили на опытных участках РУП «Институт защиты растений» в посевах сортов Садко, Дублет и Узор, включенных

в «Государственный реестр сортов». Обработка почвы и уход за посевами были осуществлены по общепринятой технологии для возделывания ярового тритикале в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Сев был проведен в III декаде апреля – I декаде мая.

Метеорологические условия опытных участков отличались по годам. В некоторые годы отмечались экстремальные погодные условия для данной климатической зоны. Так, в 2015 г. в июне был отмечен резкий дефицит влаги на фоне повышенной температуры воздуха – сумма осадков за месяц составила 14,6 мм при норме 83 мм (таблица 1).

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

Месяц	Декада	Метеорологические показатели						
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	норма* до 2017 г.	2018 г.	2019 г.	норма* с 2018 г.
Сумма осадков, мм								
Апрель	III	11,8	11,2	44,0	16,0	23,6	4,0	14,0
Май	I	35,6	13,6	0,2	16,7	1,4	43,6	20,0
	II	14,4	10,6	3,4	20,0	25,8	21,6	20,0
	III	24,6	6,4	6,8	24,0	0,4	3,8	25,0
Июнь	I	0	0,2	10,2	25,0	1,0	13,2	26,0
	II	11,0	43,4	23,2	28,0	16,2	8,2	30,0
	III	3,6	0,8	38,0	30,0	21,0	30,0	33,0
Июль	I	27,4	42,4	20,8	29,0	69,8	21,2	31,0
	II	35,0	62,6	36,8	29,0	85,8	17,2	30,0
	III	28,8	39,2	103,0	32,0	27,0	37,0	28,0
Температура, С°								
Апрель	III	10,5	6,3	5,6	8,0	11,5	13,0	9,6
Май	I	11,4	14,4	17,3	11,0	17,8	8,3	11,6
	II	10,3	12,3	13,6	12,9	15,3	15,5	13,4
	III	14,2	17,4	16,0	14,0	18,0	17,5	14,8
Июнь	I	17,1	15,3	13,7	15,3	16,5	20,3	15,6
	II	16,7	16,6	16,5	15,9	18,0	22,1	16,4
	III	16,0	21,7	16,3	16,7	16,9	19,7	17,1
Июль	I	19,4	17,2	14,6	17,3	16,0	13,3	17,9
	II	15,4	17,8	16,5	17,8	19,6	16,2	18,6
	III	17,2	20,6	18,9	17,9	21,7	19,1	18,9

* По данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды».

В 2017 г. начало вегетации ярового тритикале, которое пришлось на май, проходило при недостатке влаги (на 50,3 мм ниже нормы) и повышенной температуре (на 3 °С выше нормы). В I и II декадах июля температура воздуха составила 15,6 °С при норме 17,6 °С, а в III декаде отмечен резкий избыток осадков – в 3,2 раза больше нормы. В 2016

и 2018 гг. в конце мая – начале июня наблюдался дефицит осадков, а к концу вегетации (в июле) отмечено повышение увлажненности – на 54,2 и 93,6 мм соответственно. Количество выпавших осадков в 2019 г. по декадам было ниже или на уровне, а температура воздуха в целом за сезон превышала среднеголетний показатель.

Развитие корневой гнили или степень поражения (R , %), рассчитывали по формуле (1):

$$R = \frac{\sum_{i=0}^K n_i \times b_i}{N \times K} \times 100, \quad (1)$$

где $\sum_{i=0}^K n_i \times b_i$ – сумма произведений числа больных растений n_i на соответствующий им балл поражения b_i ($b_i = 1, 2, \dots, 4$); N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых), шт.; K – наивысший балл поражения шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Степень поражения растений ярового тритикале корневой гнилью определяли на основании шкалы: 0 – здоровые растения; 1 – слабое побурение восприимчивых органов, не более 25 % от всего растения; 2 – сильное побурение корневой системы, от 25 до 50 % от всего растения; 3 – очень сильное побурение корней, от 50 % и более; 4 – гибель растения [12].

Площадь под кривой развития болезни (ПКРБ), выраженную в условных единицах, определяли по формуле (2) [13]:

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

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

Стадии развития растений приводили в соответствии со шкалой ВВСН.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили по методике Б.А. Доспехова [14], используя регрессионный анализ в программе Microsoft Excel 2010. Для определения зависимости поражаемости ярового тритикале корневой гнилью от суммы осадков использовали показатели развития болезни всех сортов за 2015-2019 гг. в ст.85.

Результаты исследований. Поскольку корневая гниль является хроническим заболеванием, нами были проведены учеты ее развития в различные стадии онтогенеза растений ярового тритикале. Установлено постепенное увеличение степени поражения ярового тритикале болезнью в течение вегетации. В первой половине онтогенеза – в стадии середина кущения (ст. 25) развитие корневой гнили не превышало 16,1 %, а к периоду спелости зерна (ст. 85) достигало 42,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика развития и ПКРБ корневой гнили в посевах сортов ярового тритикале (РУП «Институт защиты растений»)

Сорт	Развитие, %				ПКРБ, усл. ед.
	ст. 25	ст. 32	ст. 65	ст. 85	
2015 г.					
Узор	10,6	11,0	12,8	22,5	1112,2
Дублет	11,8	15,3	13,2	42,3	1615,2
Садко	8,3	10,3	8,3	17,3	835,2
НСР ₀₅					488,6
2016 г.					
Узор	2,5	3,5	3,6	4,0	269,9
Дублет	5,3	7,0	7,5	9,2	575,7
Садко	3,8	1,8	4,1	4,6	276,9
НСР ₀₅					103,5
2017 г.					
Узор	12,9	17,4	23,4	30,4	1618,2
Дублет	16,1	17,3	19,3	36,8	1623,0
Садко	5,9	9,8	21,9	32,3	1431,1
НСР ₀₅					394,7
2018 г.					
Узор	3,8	10,7	5,1	21,2	739,5
Дублет	5,1	11,6	8,8	21,4	873,1
Садко	3,9	6,0	6,2	17,6	627,8
НСР ₀₅					144,7
2019 г.					
Узор	5,3	5,5	8,7	9,3	513,8
Дублет	3,0	6,9	7,6	10,4	510,9
Садко	2,6	3,3	5,1	8,5	353,7
НСР ₀₅					109,6

Степень поражения ярового тритикале корневой гнилью значительно варьировала от погодных условий года исследования и сорта. Наиболее полно развитие корневой гнили в течение вегетации отражает показатель ПКРБ – количественный показатель, характеризующий интенсивность развития болезни в течение временного промежутка. Так, на основании ПКРБ выявлено, что интенсивнее сорта поражались в 2015 и 2017 гг. Как видно из таблицы 2, показатель развития корневой гнили к концу вегетации (ст. 85) на сортах Садко и Узор в 2015 и 2018 гг. был на одном уровне и составил 17,3-17,6 и 21,2-22,5 % соответственно. Однако ПКРБ свидетельствует о более интенсивном развитии коревой гнили на этих сортах в 2015 г. (835,2-1615,2 усл. ед.), чем в 2018 г. (627,8-739,5 усл. ед.). В 2015 и 2016 гг. наиболее

поражаемым корневой гнилью был сорт Дублет, ПКРБ которого достоверно превышала таковой показатель на сортах Узор и Садко. Однако в дальнейшем – в 2018 и 2019 гг. развитие болезни на сорте Дублет достоверно превышало развитие только на сорте Садко. Поражение сорта Узор в эти годы было на уровне сорта Дублет, что может указывать на снижение устойчивости к корневой гнили. В 2017 г. – наиболее увлажненный год – сорта по степени нарастания болезни значительно не отличались друг от друга.

На основании статистической обработки данных была определена полиномиальная зависимость ($R^2 = 0,75$) между ПКРБ и суммой осадков за период от посева до мягкой восковой спелости (ст. 85). Графическое изображение полученной зависимости представлено на рисунке 1.

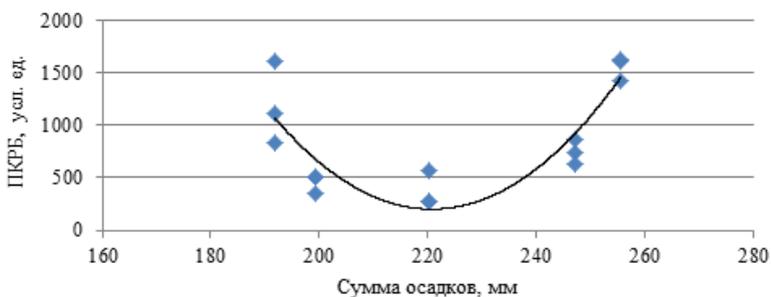


Рисунок 1 – Влияние суммы осадков за период вегетации на интенсивность развития корневой гнили в посевах сортов ярового тритикале

Установленная корреляционная зависимость описывается уравнением:

$$Y = 1,0412x^2 - 459,66x + 50932,$$

где Y – ПКРБ (усл. ед.) корневой гнили, x – количество осадков (мм) за период от посева до мягкой восковой спелости (ст. 85).

Полученные результаты подтверждают литературные данные, согласно которым развитию корневой гнили способствует как избыток, так и недостаток влаги в почве. Недостаток осадков, главным образом, приводит к ухудшению физиологического состояния растений, что повышает их восприимчивость к возбудителям, вследствие чего происходит интенсивное заражение корневой системы. Избыток осадков обуславливает изменение оптимального воздушного режима, уплотнение почвы, что препятствует нормальному развитию растений и создает благоприятную среду для развития грибов рода *Fusarium* [15].

Выводы. Степень поражения ярового тритикале корневой гнилью в годы с благоприятными погодными условиями для развития

болезни достигала 42,3 % (сорт Дублет). Основным фактором, способствующим поражению ярового тритикале корневой гнилью, является увлажненность вегетационного сезона – усиление развития болезни наблюдалось в годы более засушливые или более увлажненные относительно нормы, на что указывает установленная полиномиальная зависимостью между площадью под кривой развития корневой гнили, описывающей нарастание болезни в течение вегетации, и количеством выпавших осадков за период от посева до мягкой восковой спелости ($R^2 = 0,75$).

Список литературы

1. Радивон, В.А. Видовой состав грибов-возбудителей корневой гнили ярового тритикале / В. А. Радивон // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 135–140.
2. Радивон, В. А. Патогенность грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль ярового тритикале / В. А. Радивон, А. Г. Жуковский // Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин : Міжнар. наук.-практ. конф., фак. захисту рослин, Харків. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва, 11–12 жовтня 2018 р. / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, [Ф-т захисту рослин] [та ін.]. – Харків, 2018. – С. 104–107.
3. Радивон, В. А. Вредоносность болезней, вызываемых грибами рода *Fusarium*, в посевах ярового тритикале / В. А. Радивон, А. Г. Жуковский // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск, 2019. – Вып. 43. – С. 183–189.
4. Радивон, В.А. Фузариоз колоса и зерна ярового тритикале в Республике Беларусь / В. А. Радивон // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основ. РУП «Ин-т защиты растений», аг. Прилуки, 27-29 июля 2021 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2021. – С. 95-97 .
5. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С. Ф. Буга; Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2013. – 240 с.
6. 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.: ВСТИСП, 2016. – 532 с.
7. Васильева, Н. В. Причины усиления распространения корневых гнилей всходов яровой пшеницы в лесостепи Приобья / Н. В. Васильева, В. Е. Синещев // Вестн. НГАУ (Новосиб. гос. аграр. ун-т). – 2016. – №4 (41). – С. 13–18.
8. Ашмарина, Л. Ф. Изучение динамики популяции возбудителей корневой гнили // Резервы повышения продуктивности агроценозов Сибири и Дальнего Востока: науч.-техн. бюл. – Новосибирск, 1983. – С. 45–46.
9. Склименок, Н. А. Влияние гидротермических условий на развитие корневой гнили озимой пшеницы / Н. А. Склименок, С. Ф. Буга // Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 14–17 апр. 2014 г. / отв. ред. М. И. Зазимко. – Краснодар, 2014. – 2014. – С. 30–33.
10. Лукашевич, Н. П. Оценка яровых тритикале в условиях БССР / Н. П. Лукашевич, В. Е. Росенкова // Пути повышения урожайности полевых культур: межвед. темат. сб. / Беларус. науч.-исслед. ин-т земледелия. – Минск, 1984. – Вып. 15. – С. 84–87.

11. Сидунова, Е. В. Влияние сроков и способов основной обработки почвы на поражение болезнями и урожайность ярового тритикале / Е. В. Сидунова, Е. Б. Карпач, Ю. С. Соловей // Современные технологии сельскохозяйственного производства: X Междунар. науч.-практ. конф. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2007. – С. 16–17.

12. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НИЦ НАН по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип., 2007. – 508 с.

13. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]. – Прага: Координац. центр, 1988. – 321 с.

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

15. Чулкина, В. А. Биологические основы эпифитотииологии / В. А. Чулкина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

V.A. Radivon

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

INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON ROOT ROT SEVERITY IN CROPS OF SPRING TRITICALE VARIETIES

Annotation. The results of research on spring triticale varieties for 2015–2019 showed that root rot severity on Uzor variety by the end of the growing season (st. 85) ranged from 4,0 to 30,4 %, Doublet – from 9,2 to 42,3 % and Sadko – from 4,6 to 32,3 %. A high severity of root rot was noted in years when the amount of precipitation in the growing season of spring triticale was the lowest (2015) or the highest (2017) relative to the norm. A polynomial dependence ($R^2 = 0,75$) was found between the area under the disease progress curve and the amount of precipitation for the period from sowing to soft dough (st. 85), indicating that root rot severity of spring triticale increases under conditions of both insufficient, and excess moisture.

Key words: spring triticale, root rot, severity, area under the disease progress curve (AUDPC), hydrothermal conditions.

Н.Л. Свидинович

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

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ГРИБАМИ РОДОВ *FUSARIUM* И *PENICILLIUM* И ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭТОТ ПОКАЗАТЕЛЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.06.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Яковенко А.М.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа инфицированности семян различных гибридов кукурузы в Беларуси за 2013–2016 гг. В результате исследований установлена высокая зараженность семян фитопатогенами – до 86,6 % с доминированием грибов рода *Fusarium* – 11,3–53,4 %. Доля грибов *Penicillium* spp. составила 0,6–15,4 %. Наименьшая инфицированность зерен фузариозными грибами (от 4,0 до 23,1 %) отмечена у гибридов Днепровский 181 СВ, Полесский 185, 202, 212, 214, 218 СВ, Мос 182 СВ, Кубанский 140 СВ и Полтава. Установлено влияние погодных условий II декады июля-сентября на зараженность семян *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp.: чем больше уровень обеспеченности осадками, тем выше инфицированность семян.

Ключевые слова: кукуруза, болезни, гибриды, инфицированность, плесневение семян, фузариоз, пенициллиоз, погода.

Введение. Одним из путей получения высоких и стабильных урожаев кукурузы является использование высококачественного семенного материала, не зараженного патогенными и плесневыми грибами [3].

Семена кукурузы являются источником инфекции для многих возбудителей болезней, среди которых к наиболее часто распространенным в начальный период онтогенеза культуры и вредоносным относят плесневение семян [1, 4, 6, 8, 12, 13, 14, 19, 25]. Болезнь встречается во всех районах выращивания кукурузы [11, 19, 21, 22]. Возбудителями плесневения семян являются грибы родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* и другие [6, 8, 15, 23, 24, 25, 26], которые ведут преимущественно сапротрофный образ жизни, но при благоприятных условиях окружающей среды могут поселяться на живой ткани и вызывать поражение [1].

Грибы рода *Fusarium* сохраняются в почве, на растительных остатках и семенах [5, 9, 17]. Немаловажную роль как источника инфекции играет и скрытая зараженность семян, которая способствует последующему поражению всходов [5]. При этом почвенная инфекция проникает в первичные корни, а семенная – в мезокотиль и далее в корневую шейку [7].

Источником инфекции *Penicillium* spp. (реже *Aspergillus* spp.) могут быть семена, зараженное зерно и почва. При инфицировании зерновок на их поверхности образуется плотное конидиальное спороношение серо-зеленого цвета. Интенсивное поражение семян и проростков болезнью может происходить в годы с затяжной прохладной весной, при ранних или оптимальных сроках сева, что обуславливает значительное снижение их полевой всхожести [1].

Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести (до 35,0 %) или полную гибель ослабленных проростков [1, 10, 14].

Грибы развиваются в широком диапазоне температур – от +5,0 до +35,0 °С. В условиях похолодания плесневению нередко подвергаются до 70,0 % высеянных семян. Оптимальными условиями для развития грибов считаются: температура +8,0...+10,0 °С – для *Penicillium* spp., +10,0...+24,0 °С – для *Fusarium* spp. и достаточное количество влаги [14, 19, 20].

Таким образом, поскольку первичным источником инфекции многих болезней являются семена, возникла необходимость изучения их инфицированности фитопатогенами и влияния на этот процесс погодных условий.

Материал и методика исследований. В исследованиях по изучению инфицированности семян различных гибридов кукурузы использовали партии семян урожая 2013–2016 гг., полученные с Мозырского кукурузокалибровочного завода РСУП «Экспериментальная база «Криничная». Зараженность семян определяли в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области. Был проанализирован 41 образец семян кукурузы.

В лабораторных условиях анализ зараженности семян кукурузы возбудителями болезней проводили, используя метод «бумажных рулонов». Из каждой пробы семян отбирали по 100 зерен. На листах фильтровальной бумаги размером 20×80 см, на расстоянии 3,0–4,0 см от верхнего края, проводили карандашом линию. Бумагу смачивали водой и по проведенной линии на расстоянии 1,0 см раскладывали по 50 зерен кукурузы (повторность 2-кратная), на которые сверху накладывали ленту пергаментной бумаги шириной 5,0 см. Бумагу сматывали в нетугой рулон, который помещали в емкость с водопроводной водой высотой около 1/3 рулона, и оставляли при комнатной температуре в течение 10 суток. Спустя указанное время проводили оценку зараженности зерновок кукурузы грибами родов *Fusarium*, *Penicillium* и др. [2, 15].

Общую инфицированность семян вычисляли по формуле (1) [2]:

$$X = \frac{N}{n} \times 100, \quad (1)$$

где X – общая зараженность семян, %; N – общее количество семян в пробе (больных и здоровых), шт.; n – количество семян, взятых для анализа, шт.

В состав общей инфицированности семян входили также грибы родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Mucor*.

Для характеристики вегетационных периодов использовали не только основные метеорологические показатели, также оценивали и влагообеспеченность территории при помощи гидротермического коэффициента (ГТК) Г. Т. Селянинова по формуле (2) [18]:

$$ГТК = \frac{\sum R \times 10}{\sum t}, \quad (2)$$

где $\sum t$ – сумма осадков (мм) за период с температурами выше 10 °С; $\sum R$ – сумма температур за то же время, °С.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований установлено, что семена различных гибридов кукурузы значительно инфицированы комплексом фитопатогенов (рисунок). Гибриды кукурузы были контаминированы в пределах от 31,1 до 86,6 %; в том числе грибами рода *Fusarium* spp. – 11,3–53,4 %, *Penicillium* spp. – до 0,6–15,4 %.

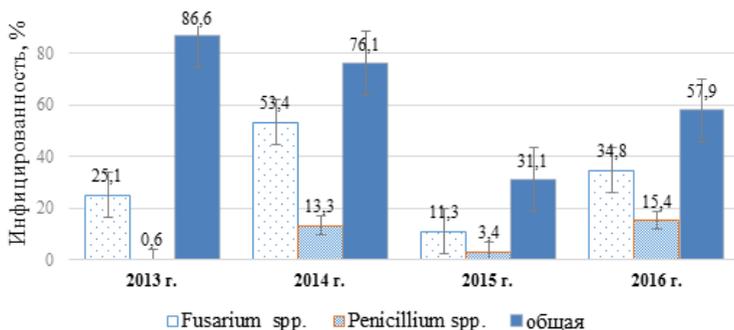


Рисунок – Инфицированность семян (\pm ошибка средней) гибридов кукурузы

Доминирование грибов рода *Fusarium* встречалось на гибридах Алмаз, Клифтон, Кремень 200 СВ – 65,5; 57,5 и 49,2 % соответственно (таблица 1). Наименьшая зараженность семян (4,0–23,1 %) отмечена у гибридов Днепровский 181 СВ, Полесский 185, 202, 212, 214, 218 СВ и Мос 182 СВ, Кубанский 140 СВ, Полтава.

В среднем максимальная инфицированность грибов *Penicillium* spp. отмечена у гибридов Алмаз, Клифтон, Кремень 200 СВ – 9,7–14,0 %, минимальная – у гибридов Мос 182 СВ, Полесский 185 СВ, 202 СВ, 218 СВ, 214 СВ, 212 СВ, Кубанский 140 СВ – до 5,0 % (таблица 2).

Таблица 1 – Инфицированность семян гибридов кукурузы грибами *Fusarium* spp.

Гибриды	Годы	Инфицированность семян, %	
		диапазон	средняя*
Алмаз	2014, 2016	50,0–81,0	65,5±15,5
Днепровский 181 СВ	2013	4,0	4,0
Клифтон	2014, 2016	46,0–69,0	57,5±11,5
Кремень 200 СВ	2013, 2014, 2016	35,0–66,0	49,2±9,0
Кубанский 140 СВ	2013	21,3	21,3
Лювена	2013, 2014, 2016	23,0–36,7	33,2±5,2
Матеус	2013, 2016	29,3–44,0	36,7±7,4
Мос 182 СВ	2013	11,3	11,3
Полтава	2013, 2016	16,7–26,0	21,4±4,7
Полесский 175 СВ	2013, 2014, 2015, 2016	9,0–53,0	28,4±9,8
Полесский 212 СВ	2013, 2014, 2015, 2016	16,0–43,3	23,1±7,1
Полесский 185 СВ	2015	19,0	19,0
Полесский 202 СВ	2015	14,0	14,0
Полесский 214 СВ	2015	15,0	15,0
Полесский 218 СВ	2015	7,0	7,0

* Представлены средние значения ± стандартная ошибка.

Таблица 2 – Инфицированность семян гибридов кукурузы грибами *Penicillium* spp.

Гибриды	Годы	Инфицированность семян, %	
		диапазон	средняя*
Алмаз	2014, 2016	12,0–16,0	14,0±2,0
Днепровский 181 СВ	2013	1,3	1,3
Клифтон	2014, 2016	10,0–12,0	11,0±1,0
Кремень 200 СВ	2013, 2014, 2016	0,0–18,0	9,7±5,2
Кубанский 140 СВ	2013	2,0	2,0
Лювена	2013, 2014, 2016	0,7–16,0	10,2±4,8
Матеус	2013, 2016	0,0–12,0	6,0±6,0
Мос 182 СВ	2013	0,0	0,0
Полтава	2013, 2016	0,7–20,0	10,4±9,7
Полесский 175 СВ	2013, 2014, 2015, 2016	0,7–20,0	9,7±4,9
Полесский 212 СВ	2013, 2014, 2015, 2016	0,0–14,0	5,0±3,1
Полесский 185 СВ	2015	2,0	2,0
Полесский 202 СВ	2015	5,0	5,0
Полесский 214 СВ	2015	1,0	1,0
Полесский 218 СВ	2015	0,0	0,0

* Представлены средние значения ± стандартная ошибка.

Исследования показали, что погодные условия вегетационного сезона существенно влияют на инфицированность семян кукурузы.

Поскольку семена были получены с гибридов, выращенных в Мозырском районе, проводился анализ гидротермических условий этого региона. В засушливых условиях (ГТК = 0,6) Мозырского района, в период со II декады июля по сентябрь 2015 г., когда выпало 114,3 мм осадков, инфицированность семян грибами *Fusarium* spp. оказалась низкой – 11,3 % (таблица 3). При недостаточном увлажнении (ГТК = 0,9) в этот период зараженность семян достигала 25,1 и 34,8 % (2013 и 2016 гг.). Достаточная обеспеченность осадками в 2014 г. (ГТК = 1,1) способствовала росту инфицированности зерен кукурузы до 53,4 %. Количество выпавших осадков влияло также и на инфицированность семян грибами *Penicillium* spp.

Таблица 3 – Влияние гидротермических показателей II декады июля-сентября на инфицированность семян кукурузы фузариозной инфекцией

Урожай года	Средняя инфицированность партий семян, %		ГТК	Осадки, мм	Среднесуточная температура воздуха, °С
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.			
2013	25,1	0,6	0,9	139,3	16,4
2014	53,4	13,3	1,1	151,4	20,2
2015	11,3	3,4	0,6	114,3	19,1
2016	34,8	15,4	0,9	151,6	18,3

С помощью корреляционно-регрессионного анализа выявлена тесная прямая зависимость между ГТК ($R^2 = 0,928$, $r = 0,95$) со II декады июля по сентябрь и инфицированностью семян грибами *Fusarium* spp., а также между выпавшими осадками за данный период и зараженностью семян ($R^2 = 0,872$, $r = 0,87$). Чем больше уровень обеспеченности осадками, тем выше зараженность семян грибами рода *Fusarium*.

Также была установлена прямая корреляционная зависимость между осадками и инфицированностью семян грибами *Penicillium* spp. ($R^2 = 0,696$, $r = 0,71$).

Отмечено, что определяющим фактором, влияющим на инфицирование семян фузариозной и пенициллиозной инфекциями, являются гидротермические условия II декады июля-сентября, что совпадает с цветением – восковой спелостью зерна.

Заключение. Проведенные исследования выявили высокую инфицированность семян гибридов кукурузы – до 86,6 %. Среди фитопатогенов доминировали грибы *Fusarium* spp. – 11,3–53,4 %. Доля грибов *Penicillium* spp. составила 0,6–15,4 %. Выявлена прямая корреляционная зависимость между количеством осадков, ГТК за период II

декады июля-сентября и инфицированностью семян *Fusarium* spp., также между количеством осадков и зараженностью семян *Penicillium* spp.

Список литературы

1. Буга, С. Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Т. Н. Жердецкая. – Минск: РУП «Ин-т защиты растений», 2012. – 54 с.
2. Государственный реестр производителей, заготовителей семян. – МСХ РБ, Комитет по гос. контролю в сем-ве; отв. ред. Н. Н. Савосько. – Минск: Ураджай, 1999. – 316 с.
3. Екимова, В. Б. Оценка зараженности фитопатогенными грибами зерновых культур в лесостепной зоне Украины / В. Б. Екимова, О. А. Дрегваль, А. И. Винников // Биологический вестник МДПУ. – 2014. – № 3. – С. 85-97.
4. Жердецкая, Т. Н. Жизнеспособность гриба *Ustilago zaeae* (Beskm.) Unger в межвегетационный период как источник инфекции пузырчатой головни / Т. Н. Жердецкая, А. А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Вып. 31. – С. 116-126.
5. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы фузариозной этиологии: основные причины и следствия (обзор) / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 3-19.
6. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – СПб-Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
7. Иващенко, В. Г. Колонизация кукурузы возбудителями стеблевых гнилей, распространенных на юге Украины / В. Г. Иващенко // Микология и фитопатология. – 1989. – Т. 23, № 6. – С. 572-576.
8. Иващенко, В. Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22-30.
9. Иващенко, В. Г. Фузариоз початков кукурузы / В. Г. Иващенко, Е. Ф. Сотченко, Н. П. Шипилова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 6. – С. 63-70.
10. Иващенко, В. Г. Фузариозная и цефалоспориозная инфекция, ее влияние на жизнеспособность семян кукурузы и возможность переноса возбудителей / В. Г. Иващенко, В. А. Никоноренков // Бюл. ВИЗР. – 1991. – №75. – С. 33-39.
11. Идентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навчальний посібник) / В. В. Кириченко [и др.]. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. – 137 с.
12. Каратыгин, И. В. Возбудители головни зерновых культур / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1986. – 112 с.
13. Каратыгин, И. В. Головные грибы. Онтогенез и филогенез / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216 с.
14. Кукуруза. Современная технология возделывания / А. П. Шиндин [и др.]. – М.: РосАгроХим, 2009. – 118 с.
15. Лукашик, Н. Н. Определение зараженности семян и проростков ячменя гельминтоспориозно-фузариозной инфекцией и качества их обеззараживанич: метод. указания / Н. Н. Лукашик, С. Ф. Буга, Л. Р. Войтова. – Минск, 1982. – 10 с.
16. Насіннева інфекція зернових колосових / М. І. Черняєва [и др.]; Ін-т росл-ва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків, 2003. – 14 с.
17. Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – Л.: Колос, 1970. – 207 с.
18. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов // Мировой агроклиматический справочник. – М. – Л., 1937. – С. 5-27.
19. Сотченко, Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е. Ф. Сотченко; Краснодар, 2004. – 22 с.
20. Справочник болезней зерновых культур: посвящается 50-летию основания РУП «Институт защиты растений» и 50-летию основания лаборатории фитопатологии: справ. изд. / Н. А. Крупенько [и др.] // РУП «Ин-т защиты растений», Лаборатория фитопато-

логии; под ред.: Н. А. Крупенько, А. Г. Жуковский, С. Ф. Буга; рец. Д. Войтка. – Минск: РУП Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2021. – 70 с.

21. Alakonya, A. E. Fumonisin B₁ and aflatoxin B₁ levels in Kenya maize / A. E. Alakonya, E. O. Monda, S. Ajanga // *Plant Pathology*. – 2009. – Vol. 91, № 2. – P. 459-464.

22. Atlas chorob roslin rolniczych / M. Korbas [i wsp.] // *Hortpress*. – Warszawa, 2016. – 212 ss.

23. Characterization of *Pythium* spp. Associated with Corn and Soybean Seed and Seedling Disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // *Plant Disease*. – 2007. – Vol. 91, No. 6. – P. 727-735.

24. Distribution Frequency and Incidence of Seed-borne Pathogens of Some Cereals and Industrial Crops in Serbia / J. Levic [et al.] // *Pestic. Phytomed*. – 2012. – Vol. 27, № 1. – P. 33-40.

25. Evaluation of *Fusarium graminearum* Associated with Corn and Soybean Seed and Seedling Disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // *Plant Disease*. – 2007. – Vol. 91, No. 9. – P. 1155-1160.

26. Munkvold, G. P. Importance of Different Pathways for Maize Kernel Infection by *Fusarium moniliforme* / G. P. Munkvold, D. C. McGee, W. M. Carlton // *Phytopathology*. – Vol. 87 (2). – 1997. – P. 209-217.

N. L. Svidunovich

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

SEED INFECTION OF MAIZE WITH *FUSARIUM* AND *PENICILLIUM* AND IMPACT OF HYDROTHERMAL CONDITIONS

Annotation. The paper presents the results of the analysis of seed infection of different maize hybrids in Belarus for 2013–2016. As a result of the research a high infection of seeds with phytopathogenes (up to 86,6 %) with *Fusarium* domination (11,3–53,4 %) was determined. The share of *Penicillium* spp. amounted to 0,6–15,4 %. The hybrids Dneprovsky 181 SV, Polesky 185, 202, 212, 214, 218 SV, Mos 182 SV, Kubansky 140 SV and Poltava demonstrated the lowest infection of seeds with *Fusarium* – 11,3 %–53,4 %. The impact of mid July-September weather conditions on infection of seeds with *Fusarium* spp. and *Penicillium* spp. was identified: the higher precipitation provision is, the higher seed infection is.

Key words: maize, diseases, hybrids, infection, seed mould, fusarium, penicilliosis, weather

А.Э. Станчук

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

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА ВЫХОД ТОВАРНЫХ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 26.05.2022

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

Аннотация. Оценена эффективность перспективных фунгицидов, с целью повышения выхода товарных корнеплодов моркови столовой в период хранения. Разработаны регламенты их применения во время вегетации культуры. Определена биологическая и хозяйственная эффективность фунгицидов. Установлено, что фунгицидная защита в период вегетации культуры позволяет улучшить сохранность корнеплодов, получить биологическую эффективность до 96,1 %, повысить выход товарных корнеплодов до 99,7 % в конце периода хранения.

Ключевые слова: морковь столовая, болезни, распространенность, развитие, фунгициды, хранение, выход товарных корнеплодов, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Морковь столовая, благодаря своей пищевой и биологической ценности, является одной из основных овощных культур не только в Беларуси, но и во всем мире. Лидерами производства являются Китай, Узбекистан, Россия и США [10]. Для круглогодичного обеспечения населения в условиях республики необходима ее сохранность до 7 месяцев. Ежегодно наблюдается увеличение объемов хранения корнеплодов моркови столовой в сельхозорганизациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах. Так, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия РБ, на апрель 2020 года запасы корнеплодов составляли 4,1 тыс. т, что на 178 % больше к аналогичной дате 2019 года [9]. Хранение корнеплодов является одной из актуальных проблем в овощеводстве. Несмотря на современные типы хранилищ камерного типа с искусственным холодоснабжением и поддержанием влажности, серьезной проблемой, ухудшающей качество и провоцирующей потери до 50 % продукции, являются болезни корнеплодов при хранении [11]. Если в корнеплодах во время роста происходит накопление сложных веществ за счет образуемых простых, то при хранении в них преобладают процессы обратного характера. В этот период корнеплоды моркови столовой подвержены поражению фитопатогенными микроорганизмами с высоким адаптивным потенциалом к росту и развитию в условиях хранилищ, где они могут развиваться и при 0 °С [16].

Первичное заражение корнеплодов происходит обычно еще в поле за счет инфекции, накопившейся в почве или растительных остатках. Следовательно, для снижения потерь в период хранения должны закладываться здоровые корнеплоды, борьбу с фитопатогенами нужно проводить в период вегетации культуры фунгицидами целевого спектра назначения [14, 17]. Наиболее распространенной и вредоносной болезнью в период хранения является склеротиниоз (белая гниль) [14]. В Канаде против склеротиниоза применяют фунгициды на основе ципродинила, флудиоксионила, флуазинама, боскалида, пиракlostробина и ипродиона [15]. В Польше в период вегетации используют фунгициды из класса стробилуринов [18]. В Калифорнии применяют препараты Endura (боскалид), Switch® 62.5 WG (ципродинил + флудиоксонил) и Pristine® (пиракlostробин + боскалид) [12], в Великобритании Signum WG (пиракlostробин + боскалид), Amistar (азоксистробин), Amistar Top (азоксистробин + дифеноконазол), Rudis (протиокконазол), Folicur (тебуконазол), Nativo 75WG (тебуконазол + трифлостробин) [13]. В Беларуси на момент проведения исследований был зарегистрирован только один фунгицид против болезней корнеплодов при хранении – Луна Экспириенс, КС (флуопирам + тебуконазол) [3].

Вследствие немногочисленного ассортимента фунгицидов и недостаточного их использования возрастает негативная роль фитопатогенных микроорганизмов в период хранения. Помимо потерь урожая, болезни снижают качество получаемой продукции. В связи с этим, целью исследований являлся скрининг фунгицидов современного ассортимента по показателям биологической и хозяйственной эффективности для повышения лежкоспособности корнеплодов и улучшения их качества в период хранения.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2018-2021 гг. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» и хранилище РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства Национальной академии наук Беларуси». Действие фунгицидов на рост патогенов *in vitro* изучали на картофельно-глюкозном агаре по методике Гольшина Н.М [2]. Ингибирование роста колоний рассчитывали по формуле:

$$T = \frac{ДК - ДО}{ДК} \times 100,$$

где T – ингибирование роста по сравнению с контролем, %; $ДК$ – диаметр колоний в контрольном варианте, мм; $ДО$ – диаметр колоний в опыте, мм.

Исследования проведены на сортах моркови столовой Красный великан и Королева осени. Опыты, проводимые в период вегетации, были заложены рендомизированным методом в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки – 21 м², учетной – 12 м² [6]. Контроль численности вредителей и сорных растений осуществляли зарегистрированными препаратами в соответствии с регламентами их применения. В опыте №2 проводили фоновую обработку против бурой пятнистости листьев фунгицидом Цидели Топ, ДК (1,0 л/га) при первых признаках болезни. Опыты по изучению влияния фунгицидов, применяемых в период вегетации, на сохранность корнеплодов проводили при расходе рабочей жидкости 300 л/га по следующим схемам:

Схема опыта № 1: вариант 1 – контроль; вариант 2 – Догода, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л), 1,0 л/га, 2-кратно; Кустодия, КС (азоксистробин, 120 г/л + тебуконазол, 200 г/л), 1,2 л/га, 2-кратно.

Схема опыта № 2: Миравис, СК (пидифлуметофен, 200 г/л), 1,0 л/га, кратность обработок – 2; Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг), 1,0 кг/га, 2-кратно; Беллис, ВДГ (пираклостробин, 128 г/кг + боскалид, 252 г/кг), 1,0 кг/га, 2-кратно.

Первую обработку (профилактическую) проводили в период смыкания ботвы при массовом полегании листьев на почву (за месяц до уборки урожая), повторно – за 14 дней до уборки урожая. Учет развития бурой пятнистости листьев проводили перед уборкой по 5-балльной шкале [18]. Отбор проб корнеплодов моркови для закладки на хранение осуществляли при уборке урожая (по 100 шт. корнеплодов с каждой повторности – 400 шт. с варианта). Отобранные корнеплоды хранили в ящиках при температуре от 0 до 1-2 °С и относительной влажности воздуха 90-95 % [7]. Учет гнилей корнеплодов в период хранения проводили ежемесячно после закладки на хранение. Развитие болезней на корнеплодах моркови столовой оценивали по 4-балльной шкале, предложенной Власовой Э.А. [1]. Распространенность, развитие и биологическую эффективность вычисляли согласно методическим указаниям по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве [8].

Статистический анализ полученных результатов осуществляли в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [4]. Обработка экспериментальных данных выполнена в пакете прикладных программ MS Excel.

Результаты и обсуждения. При определении фунгицидного действия препаратов перспективного ассортимента, сформированного на основании рекомендаций по целевому спектру активности конкретного средства защиты растений, в отношении возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой в условиях *in vitro* в качестве исходной концентрации использовали нормы, рекомендуемые в практике защиты растений для конкретного фунгицида. Установлено, что все изученные препараты обладают фунгитоксическим действием в отношении возбудителей гнилей

корнеплодов моркови столовой. Полное подавление роста (100 %) грибов *S. sclerotiorum* и *B. cinerea* обеспечили фунгициды Фанданго, КЭ, Амистар Экстра, СК, Догода, КЭ, Кустодия, КС, Пропульс, СЭ. (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние фунгицидов на рост колоний возбудителей гнилей моркови столовой в условиях *in vitro* (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, 2018 г.)

Фунгицид	Действующее вещество	К, %	Ингибирование роста, %		
			1*	2*	3*
Контроль	-	-	-	-	-
Луна Экспириенс, КС	Флуопирам, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л	0,25	15,4	78,6	100
Абакус Ультра, СЭ	Пиракlostробин, 62,5 г/л + эпоксиконазол, 62,5 г/л	0,33	100	71,4	80,6
		0,5	100	76,6	96,8
Фанданго, КЭ	Флуоксаcтробин, 100 г/л + протиоконазол, 100 г/л	0,33	100	68,0	100
		0,41	100	85,4	100
Амистар Экстра, СК	Азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л	0,25	100	81,4	100
		0,33	100	83,4	100
Догода, КЭ	Тебуконазол, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л	0,26	100	100	100
		0,33	100	100	100
Кустодия, КС	Азоксистробин, 120 г/л + тебуконазол, 200 г/л	0,33	100	100	100
		0,4	100	100	100
Цидели Топ, ДК	Дифеноконазол 125 г/л + цифлufenамид 15 г/л	0,16	56,6	40,0	81,4
		0,23	66,6	66,6	90,0
Пиктор, КС	Димоксистробин, 200 г/л + боскалид, 200 г/л	0,13	42,8	42,6	90,8
		0,16	65,4	50,0	96,6
Пропульс, СЭ	Флуопирам, 125 г/л + протиоконазол, 125 г/л	0,26	100	68,0	100
		0,33	100	84,0	100

Примечание* – 1 – *Sclerotinia sclerotiorum*; 2 – *Alternaria radicina*; 3 – *Botrytis cinerea*; К – концентрат препарата.

Однако не все препараты обладали фунгицидным действием в отношении гриба *A. radicina*. На основании полученных результатов для дальнейших исследований отобраны препараты Догода, КЭ и Кустодия, КС, которые полностью ингибировали рост всех фитопатогенов в эксперименте.

Обработки посевов моркови столовой фунгицидами снижали развитие болезней в период вегетации. Так, данные учета развития бурой пятнистости листьев перед уборкой показали, что развитие болезни в вариантах с препаратами находилось на уровне 4,8–8,1 %, в то время как в контроле данный показатель составил 18,3–31,9 % в зависимости от года исследований; биологическая эффективность варьировала от 69,9 до 83,4 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на поражённость моркови столовой бурой пятнистостью листьев перед уборкой корнеплодов (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л (кг)/га	Развитие (R) и биологическая эффективность (БЭ) в годы исследований, %					
		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
		R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ
Опыт № 1, сорт – Красный великан							
Контроль	-	18,3	-	31,9	-	29,6	-
Догода, КЭ	1,0	4,8	73,8	5,3	83,4	8,1	72,6
Кустодия, КС	1,2	5,5	69,9	6,3	80,3	7,4	75,0
Опыт № 2, сорт – Королева осени							
Контроль	-	17,1	-	20,3	-	15,8	-
Миравис, СК	1,0	3,8	77,8	5,4	73,4	2,0	87,3
Свитч, ВДГ	1,0	4,5	73,7	6,1	70,0	2,9	81,6
Беллис, ВДГ	1,0	4,1	76,0	5,5	72,9	2,8	82,3

Изучение действия препаратов с целью повышение выхода товарных корнеплодов в период хранения на фоне применения фунгицида, разрешенного для контроля бурой пятнистости листьев, позволило локализовать развитие болезни по годам в сравнении с опытом № 1. Так данный показатель в контроле не превышал 20,3 %, биологическая эффективность находилась на высоком уровне и составляла 70,0–87,3 %.

При применении фунгицидов в годы исследований был получен статистически достоверно относительно контроля сохраненный урожай – 52,7–109,0 ц/га (таблица 3).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность применения фунгицидов на моркови столовой (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л(кг)/га	Урожайность, ц/га			Сохраненный урожай, ц/га		
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Опыт № 1, сорт – Красный великан							
Контроль	-	384,0	651,6	606,5	-	-	-
Догода, КЭ	1,0	450,5	768,6	715,5	66,5	81,9	109,0
Кустодия, КС	1,2	436,7	783,3	706,2	52,7	92,2	99,7
НСР ₀₅		42,48	81,6	56,2	-	-	-
Опыт № 2, сорт – Королева осени							
Контроль	-	506,1	632,1	610,9	-	-	-
Миравис, СК	1,0	567,0	705,6	719,9	60,9	73,5	109,0
Свитч, ВДГ	1,0	508,2	634,6	640,5	2,1	2,5	29,6
Беллис, ВДГ	1,0	527,1	707,1	676,8	21,0	75,0	65,9
НСР ₀₅		50,4	57,1	54,6	-	-	-

Необходимо отметить, что в варианте с применением фунгицида Свитч, ВДГ урожайность была во все годы исследований на уровне контроля.

Оценка влияния фунгицидной защиты посевов моркови столовой в период вегетации на сохранность корнеплодов показала, что после 5 месяцев хранения распространенность болезней в вариантах составляла в пределах от 1,5–43,0 %, в контроле было поражено от 18,3 до 92,1 % корнеплодов в зависимости от года исследований. Применение фунгицидов позволило ограничить развитие болезней в период хранения на уровне 65,0–95,8 % и получить выход товарных корнеплодов от 57,0 до 98,5 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние фунгицидов, применяемых во время вегетации моркови столовой, на сохранность корнеплодов (хранилище РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства Национальной академии наук Беларуси», сорт Красный великан)

Вариант – норма расхода	Вид гнили*	Распространенность на дату учета, %								ПКРБ	БЭ
		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев			
		Р	В	Р	В	Р	В	Р	В		
2018–2019 гг.											
Контроль	1	3,5	96,0	6,5	91,5	12,0	85,0	17,5	78,5	598,5	-
	2	0,5		2,0		3,0		4,0		232,5	-
Догода, КЭ – 1,0 л/га	1	0,0	100	2,0	98,0	4,5	95,5	6,0	93,5	160,9	73,1
	2	0,0		0,0		0,0		0,5		7,5	96,8
Кустодия, КС – 1,2 л/га	1	0,0	100	3,0	97,0	6,0	93,5	8,0	91,5	209,7	65,0
	2	0,0		0,0		0,5		0,5		22,5	90,3
2019–2020 гг.											
Контроль	1	57,5	42,5	67,5	30,4	86,6	10,6	88,8	7,9	6754,5	-
	2	0,0		2,1		2,8		3,3		271,5	-
Догода, КЭ – 1,0 л/га	1	16,0	84,0	28,5	71,5	31,3	68,4	42,5	57,0	2169,0	67,9
	2	0,0		0,0		0,3		0,5		16,5	93,9
Кустодия, КС – 1,2 л/га	1	14,5	85,5	21,3	78,7	25,5	74,2	39,3	60,2	1342,5	80,1
	2	0,0		0,0		0,3		0,5		16,5	93,9
2020–2021 гг.											
Контроль	1	6,0	94,0	9,5	90,0	11,3	86,4	15,3	81,7	1033,5	-
	2	0,0		0,5		2,3		3,0		77,7	-
Догода, КЭ – 1,0 л/га	1	0,0	100	0,5	99,5	1,3	98,4	1,8	97,9	81,0	92,2
	2	0,0		0,0		0,3		0,3		4,8	93,8
Кустодия, КС – 1,2 л/га	1	0,0	100	0,0	100	0,8	98,9	1,0	98,5	54,0	95,8
	2	0,0		0,0		0,3		0,5		6,3	91,9

Примечание* – 1 – белая гниль; 2 – комплекс гнилей (серая, черная, фузариозная); Р – распространенность, %; В – выход товарных корнеплодов, %; ПКРБ – площадь развития болезни под кривой; БЭ – биологическая эффективность, %.

При изучении эффективности фунгицидов в опыте №2 установлено, что обработка посевов способствует лучшей сохранности корнеплодов моркови столовой. Биологическая эффективность за 3 года исследований находилась на уровне 81,7–96,1 % с выходом товарных корнеплодов 83,0–99,7 % против контрольного варианта, где в период 2019–2020 гг. выход составлял 35,8 % (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние фунгицидов, применяемых во время вегетации моркови столовой, на сохранность корнеплодов (хранилище РУП «Институт защиты растений», сорт Королева осени)

Вариант	Норма расхода (л/га, кг/га)	Распространенность на дату учета, %								ПКРБ	БЭ
		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев			
		Р	В	Р	В	Р	В	Р	В		
2018–2019 гг.											
Контроль	-	0,5	99,5	1,0	99,0	2,5	97,5	6,0	94,0	123,6	-
Миравис, СК	1,0	0,0	100	0,3	99,7	0,3	99,7	0,3	99,7	5,1	95,9
Свитч, ВДГ	1,0	0,0	100	0,5	99,5	1,0	99,0	1,0	99,0	17,4	85,9
Беллис, ВДГ	1,0	0,0	100	0,5	99,5	0,8	99,2	0,8	99,2	19,2	84,5
2019–2020гг.											
Контроль	-	33,0	67,0	47,0	53,0	59,5	40,5	64,2	35,8	3921,5	-
Миравис, СК	1,0	3,0	97,0	5,5	94,5	9,3	90,7	10,2	89,8	356,7	90,9
Свитч, ВДГ	1,0	5,0	95,0	8,3	91,7	16,7	83,3	17,7	83,0	719,5	81,7
Беллис, ВДГ	1,0	2,3	97,7	4,5	95,5	12,7	87,3	13,5	86,5	354,0	91,0
2020–2021 гг.											
Контроль	-	5,8	94,2	9,5	90,5	11,3	88,7	12,3	87,7	535,8	
Миравис, СК	1,0	0,3	99,7	0,5	99,5	1,5	98,5	1,5	98,5	22,5	95,8
Свитч, ВДГ	1,0	0,3	99,7	0,3	99,7	1,3	98,7	1,5	98,5	20,7	96,1
Беллис, ВДГ	1,0	0,3	99,7	0,8	99,2	1,3	98,7	1,3	98,7	23,9	95,5

Примечание. Р – распространенность гнилей, %; В – выход товарных корнеплодов, %; ПКРБ – площадь развития болезни под кривой; БЭ – биологическая эффективность, %.

Выводы. Обработка посевов моркови столовой фунгицидами Догода, КЭ, Кустодия, КС способствуя снижению развития бурой пятнистости листьев в период вегетации на 69,9–83,4 %, сохранению урожайности от 52,7 до 109,0 ц/га, позволяет снизить через 5 месяцев хранения пораженность корнеплодов гнилями на 65,0–95,8 % и получить выход товарных корнеплодов от 57,0 до 98,5 %.

Применение фунгицидов Миравис, СК, Свитч, ВДГ, Беллис, ВДГ обеспечивает биологическую эффективность в ограничении развития бурой пятнистости листьев на уровне 70,0–87,3 % и статистически достоверную разницу урожайности в диапазоне 60,9–109 ц/га относительно контроля. Фунгицидная защита в период вегетации позволяет

улучшить лежкость корнеплодов и получить биологическую эффективность в пределах 81,7–96,1 % с выходом товарных корнеплодов 83,0–99,7 % в конце периода хранения.

Список литературы

1. Вахрушева, Т.Е. Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры корнеплодов моркови в условиях хранения / Т.Е. Вахрушева, Э.А. Власова // под ред. Э.А. Власовой. – Л., 1980. – 53 с.
2. Гольшин, Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве / Н.М. Гольшин. – 2-е изд. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Справочное издание / А.В. Пискун [и др.]. – Мн. «Промкомплекс»: ООО «Земледелие и защита растений», Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», 2020. – 742 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, М.: Колос – 1975, С. 263 – 281.
5. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М., 2011. – С. 300 – 304.
6. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В. Ф. Белик. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
7. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей / А. В. Пухальский. – М.: ВАСХНИЛ, 1982. – 34 с.
8. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.
9. Минсельхозпрод: запасы овощей в хранилищах в 3 раза больше прошлых годов // БелТА. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/minselhozprod-zapasy-ovoschey-v-hranilischah-v-3-raza-bolshe-proshlogodnih-388398-2020/> – Дата доступа: 29.07.2020.
10. Обзор развития овощеводства и бахчеводства в государствах – членах Евразийского экономического союза за 2013-2017 годы / А. А. Дробышевский [и др.]. – Москва: Департамент агропромышленной политики, 2018. – 99 с. – (Обзорная информация / Евразийская экономическая комиссия).
11. Станчук, А.Э. Распространенность и вредоносность гнилей корнеплодов моркови столовой в условиях Беларуси / А. Э. Станчук // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. И. Чайковский (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – Т. 27. – С. 232 – 239.
12. A Pest Management Strategic Plan for Fresh Carrot Production in California [Electronic resource]: California Fresh Carrot Advisory Board (CFCAB); California Minor Crops Council (CMCC). – Mode of access: <https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/pmsps/CACarrot.pdf>. – Date of access 10.05.2022.
13. Control of Sclerotinia disease on carrots [Electronic resource]: Factsheet 19/11, Carrots, Horticulture Development Company. Mode of access: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Horticulture/Publications/Control%20of%20Sclerotinia%20disease%20on%20carrots.pdf>. – Date of access 10.05.2022.
14. Kora, C. Epidemiology of sclerotinia rot of carrot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* / C. Kora, M. R. McDonald, G. J. Boland // Canadian Journal of Plant Pathology. – 2005. – Т. 27, №2. – С. 245 – 258.
15. Kora, C. New progress in the integrated management of Sclerotinia rot of carrot / C. Kora, M. R. McDonald, G. J. Boland // Integrated Management of Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria. – Springer, Dordrecht, 2008. – С. 243 – 270.

16. Kora, C. Sclerotinia rot of carrot: an example of phenological adaptation and bicyclic development by *Sclerotinia sclerotiorum* / C. Kora, M. R. McDonald, G. J. Boland // Plant Disease. – 2003. – T. 87, №. 5. – C. 456 – 470.

17. Parker, M. L. Comparative sampling and detection of airborne ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum* for forecasting risk of Sclerotinia rot of carrot, and assessment of induced resistance for disease management: Doctoral dissertation / M. L. Parker. – Guelph, Ontario, Canada, 2012. – 192 c.

18. Sobolewski, J. Metodyka integrowanej ochrony roślin warzywnych przed chorobami / J. Sobolewski. – Skierniewice: Instytut Ogrodnictwa, 2012. – 36 c.

A.E. Stanchuk

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

EFFECT OF FUNGICIDES ON THE SALE ROOTS YIELD OF CARROT DURING THE STORAGE PERIOD

Annotation. The efficiency of promising fungicides is evaluated in order to increase the sale roots yield of carrot during the storage period. The norms of their application during the vegetation period of the crop are developed. The biological and economic efficiency of fungicides is identified. It's established that the fungicide protection during the vegetation period of the crop allows improving roots preservation, receiving biological efficiency up to 96,1 % and increasing the sale roots yield up to 99,7 % at the end of the storage period.

Key words: carrot, diseases, occurrence, development, fungicides, storage, sale roots yield, biological and economic efficiency.

В.И. Халаева¹, И.Г. Волчкевич¹, М.В. Конопацкая¹, В.В. Вабищевич²

¹РГУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

²ООО «ВалдисАгро»

РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗА В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.05.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Крупенько Н.А.

Аннотация. В статье представлены данные по поражению альтернариозом агроценозов картофеля под влиянием различных факторов, оказывающих стрессовое воздействие на растение-хозяина и способствующие поражению культуры болезнью. Установлено, что клубневая и золотистая картофельные нематоды усиливают восприимчивость растений к болезни, благоприятствуя достижению эпифитотийного развития альтернариоза в более ранние стадии онтогенеза культуры. В условиях естественной инфекционной нагрузки возбудителей альтернариоза под влиянием погодных условий эпифитотийное развитие болезни отмечено на растениях раннеспелого сорта Бриз – 75,0 %, умеренное – среднеспелого Скарб и среднепозднего сорта Нара – 40,0 и 35,0 % соответственно. В республике отмечена высокая распространенность болезни в посадках исследуемых сортов, варьирующая в среднем от 62,0 до 100 %. Из грибов рода *Alternaria* spp. доминирующим видами на картофеле являются *A. alternata* (77,8 %) и *A. solani* (52,8 %). При высокой распространенности альтернариоза, достигающей в среднем по сортам картофеля 93,3–100 %, установлено доминирование *A. alternata* с частотой встречаемости 100 %.

Ключевые слова: картофель, альтернариоз, грибы *Alternaria* spp., стрессовые факторы, сорт, развитие болезни, фитопатологическая ситуация.

Введение. В связи с потеплением климата активное распространение в посадках картофеля получил альтернариоз. Болезнь не является новой для Беларуси, однако в последние годы наблюдается значительное ее развитие, поскольку при благоприятных погодных условиях большинство сортов картофеля предрасположены к заболеванию. Так, согласно данным В.Г. Иванюка и соавторов, поражаемость ботвы среднеранних, среднеспелых и среднепоздних сортов может составлять 18–77 %, поздних – 16–52 %. Возбудителями альтернариоза являются грибы рода *Alternaria* Nees. Болезнь поражает листья, стебли, черешки и клубни [6].

В Беларуси болезнь обнаруживается ежегодно, но особенно интенсивное развитие наблюдается в годы с теплым летом при выпадении

частых кратковременных дождей. Альтернариоз появляется, как правило, раньше фитофтороза, а максимального развития достигает к концу вегетационного периода картофеля [5].

Вредоносность болезни проявляется не только в уменьшении фотосинтезирующего аппарата растений, что является причиной снижения урожая на 15–40 %, повышения количества нетоварных клубней до 15–37 % [6], но и в негативном влиянии на жизнедеятельность человека и животных. Известно, что в продукции, зараженной альтернариозом, могут накапливаться микотоксины [8]. Из потенциально токсичных метаболитов грибов *Alternaria* spp. наиболее распространенными являются альтернариол и его метиловый эфир, тентоксин, тенуазоновая кислота и альтертоксины I, II и III, образуемые основными видами возбудителей альтернариоза картофеля – *Alternaria solani* Sorauer и *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. [4]. Кроме того конидии мелкоспоровых видов являются одним из наиболее распространенных аллергенов в воздухе, причиной ринитов и тяжелых обострений бронхиальной астмы. В то же время зарегистрированы случаи кожных микозов и кератитов у людей с пониженным иммунным статусом [3].

В научной литературе долгое время существовало мнение о наличии двух отдельных болезней – альтернариоза и макроспориоза, вызываемых *A. solani* и *Macrosporium solani* Ellis & G. Martin соответственно. Однако в середине XX века эти названия были признаны синонимами [11]. Также встречались разные сообщения по вопросу возбудителей альтернариоза. Согласно данным некоторых исследований альтернариоз на картофеле вызывают 2 вида грибов из рода *Alternaria*: *A. solani* и *A. alternata* [6, 7, 1], других – к двум предыдущим видам был добавлен *Alternaria tenuis* Nees [14], который является синонимом *A. alternata* [11].

Известно, что стрессовые условия (недостаток влаги, несбалансированное минеральное питание, вирусная, грибная и бактериальная инфекции) повышают восприимчивость картофеля к альтернариозу [5, 8].

Так как усиление развития альтернариоза наблюдается на ослабленных растениях, а также в связи с тем, что в последние годы в период вегетации картофеля отмечается повышение вредоносности болезни, то изучение влияния стрессовых факторов на развитие заболевания в агроценозах культуры весьма актуально.

Методика проведения исследований. Исследования по изучению динамики развития альтернариоза в посадках сортов картофеля, подверженных инвазии клубневой *Ditylenchus destructor* Thorne и золотистой *Globodera rostochiensis* (Woll.) картофельных нематод проводили в 2019–2021 гг. на карантинном стационаре РУП «Институт защиты растений».

В годы исследований оценку поражения альтернариозом растений, подверженных прямому воздействию личинок *G. rostochiensis*,

осуществляли на инфекционном фоне с нагрузкой более 25 цист в 100 см³ почвы. В то же время оценку альтернариоза на фоне инвазии *D. destructor* впервые провели в 2019 г. на опытном участке, где были высажены клубни картофеля, зараженные фитогельминтом. В последующие годы источником инвазии дитиленхоза являлись инфекционная почва и посадочный материал. В посадках картофеля на протяжении периода вегетации применяли фунгициды, обладающие защитным эффектом против фитофтороза.

Влияние такого фактора, как погодные условия, на поражение растений альтернариозом изучали на опытном поле института в посадках сортов Бриз, Скарб и Нара на естественном инфекционном фоне без применения защитных мероприятий.

Агротехника – общепринятая для возделывания картофеля. Мероприятия по уходу осуществлены в соответствии с системой защиты культуры от вредителей и сорняков [10].

Фенологические стадии (ст.) развития картофеля отмечали по десятичному коду согласно шкале ВВСН [12].

Интенсивность поражения картофеля альтернариозом на карантинном стационаре оценивали трехкратно: через 8 недель после посадки в ст. 65–69 (полное цветение: открыты 50 % цветков первого соцветия – конец цветения первого соцветия), 12 недель – в ст. 73–89 (30 % ягод первого соплодия на главном побеге достигли типичного размера – ягоды первого соплодия сморщены, семена сорготипичной окраски) и 14 недель – в ст. 93–95 (большинство листьев пожелтело – 50 % листьев бурого цвета).

На опытном поле института оценку развития и распространенности болезни осуществляли в период вегетации с момента появления первых признаков альтернариоза, что совпало со стадиями 51–61 (видны первые единичные цветочные почки первого соцветия на главном побеге – начало цветения: открыто 10 % цветков первого соцветия) через каждые 7–8 дней до ст. 85 (ягоды первого соплодия приобретают коричневую окраску).

Для уточнения распространенности и развития болезни на территории республики в 2021 г. проведены маршрутные обследования посадок картофеля различных сортов, произраставших в условиях Государственных сельскохозяйственных учреждений сортоиспытательных станций (ГСХУ СС) и сортоиспытательных участков (СУ) по общепринятой в фитопатологии методике [9].

В 2021 г. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» выполнялись исследования по определению видового состава грибов рода *Alternaria*. Сбор растительных проб с визуальными признаками поражения проводили в посадках картофеля, возделываемого в условиях конкурсного сортоиспытания, в

ст. 89–93 (ягоды первого соплодия сморщены, семена сортотипичной окраски – большинство листьев пожелтело).

В лабораторных условиях оценивали по 10 листьев из каждой пробы по стандартной в фитопатологии методике [3], после чего отмечали наличие или отсутствие каждого вида.

Результаты и их обсуждение. В последние годы широкое распространение получила клубневая нематода. Эпифитотический процесс дитиленхоза картофеля происходит в клубнях в период хранения, а в период вегетации в растениях (корни, подземные части стеблей) нематода размножается, тем самым снижая их иммунный статус. Помимо этого клубневая нематода может питаться и размножаться на мицелии грибов *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. и др., которые являются возбудителями вредоносных болезней картофеля [13]. Золотистая картофельная нематода *G. rostochiensis* отмечается как на приусадебных участках, так и в полях севооборота, обуславливая не только снижение урожая, но и способствуя поражению растений картофеля другими болезнями.

Ввиду этого представляло интерес изучить влияние заражения растений нематодами на поражение вегетативной массы альтернариозом.

Полученные нами результаты оценки фитопатологической ситуации в посадках сортов, возделываемых на инфекционном фоне стеблевой и золотистой нематоды, в течение трех вегетационных сезонов свидетельствуют о существенном развитии болезни и возможном влиянии фитогельминтов на поражение растений альтернариозом. Динамика развития болезни представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика развития альтернариоза (%) в посадках картофеля на фоне инвазирования растений нематодами (карантинный стационар, РУП «Институт защиты растений»)

Сорт	Стадии развития культуры		
	ст. 65–69	ст. 73–89	ст. 93–95
2019 г.			
Ласунак	2,0	15,1	62,3
Лиляя	0,0	4,9	38,1
Скарб	0,0	2,1	23,7
2020 г.			
Вектар	0,0	11,7	55,2
Ласунак	0,1	30,6	74,0
Манифест	0,0	42,0	–
2021 г.			
Вектар	0,8	65,1	83,4
Ласунак	6,9	59,1	83,2
Манифест	2,5	84,1	–

Примечание. «←» – полное отмирание ботвы.

В ходе проведенных исследований установлено, что все возделываемые сорта ежегодно поражались альтернариозом. В 2019 и 2020 гг. на начальном этапе появления болезни (ст. 65–69 полное цветение: открыты 50 % цветков первого соцветия – конец цветения первого соцветия) первые симптомы альтернариоза отмечены на сорте Ласунак. При дальнейшем анализе динамики развития альтернариоза определено, что наиболее поражаемыми оказались среднепоздние сорта Ласунак и Вектар, в посадках которых к стадиям 93–95 (большинство листьев пожелтело – 50 % листьев бурого цвета) отмечено эпифитотийное развитие болезни – 62,3–74,0 % и 55,2 % соответственно.

Если рассматривать группу ранних сортов, то можно сказать, что интенсивнее альтернариозом поражен среднеранний сорт Манифест, в посадках которого в 2020 и 2021 гг. к стадиям 93–95 наблюдалось полное высыхание вегетативной массы вследствие высокого развития альтернариоза. В то время как степень поражения растений раннеспелого сорта Лиля в течение вегетации 2019 г. не превысила умеренного уровня 38,1 %.

Проанализировав динамику развития болезни в исследуемые годы, можно предположить, что более поздние сроки появления и более слабая степень развития альтернариоза на изучаемых сортах в первый год исследований (2019 г.) связана с низкой инфекционной нагрузкой *D. destructor* и соответственно менее выраженным негативным воздействием (угнетением), способным ослабить растения-хозяина и тем самым усилить пораженность картофеля альтернариозом в процессе его онтогенеза.

Следует отметить, что в 2021 г. отмечен высокий уровень развития болезни на всех сортах. Эпифитотийная степень поражения альтернариозом установлена к стадиям 73–89 (30 % ягод первого соплодия на главном побеге достигли типичного размера – ягоды первого соплодия сморщены, семена сортотипичной окраски). Более интенсивно был поражен сорт Манифест (84,1 %), менее – сорта Вектар (65,1 %) и Ласунак (59,1 %). В процессе дальнейшего развития степень поражения альтернариозом выросла, в результате к стадиям 93–95 на среднепоздних сортах превысила 83,0 %, на среднераннем – ботва высохла полностью.

Изучение влияния погодных условий, как стрессового фактора, на пораженность растений альтернариозом проводили в 2021 г. на опытном поле в посадках картофеля сортов Бриз, Скарб и Нара.

Анализ метеорологических данных за июнь–август 2021 г. показал колебания водного режима, отмечали чередование сухой погоды с кратковременными дождями и обильными росами на фоне повышенных температур воздуха. Количество осадков в июне варьировало от 13,6 до 123,3 % от нормы при средней температуре воздуха 17,4–22,6 °С, в

июле – 46,9–135,2 % и 20,7–24,1 °С, в августе – 17,7–135,2 % и 14,6–18,2 °С, что угнетало рост и развитие растений, создавая одновременно благоприятные условия для интенсивного поражения альтернариозом.

Мониторинг болезни в течение вегетационного периода на естественном инфекционном фоне без применения фунгицидов показал интенсивное поражение растений изучаемых сортов картофеля, особенно раннеспелого Бриза (рисунок), на котором обнаружено развитие болезни на уровне 5,0 % в стадии 51–61 (видны первые единичные почки (1–2 мм) первого соцветия на главном побеге – начало цветения: открыто 10 % цветков первого соцветия).

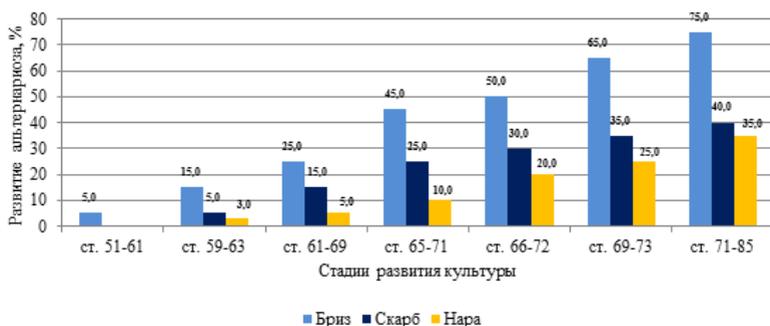


Рисунок – Развитие альтернариоза в посадках картофеля (опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

В дальнейшем быстрое распространение и развитие альтернариоза в посадках раннеспелого сорта привело к тому, что на отдельных растениях болезнь стала доминирующей. Причем в течение вегетации отмечены все степени развития болезни: депрессивная – 5,0–25,0 %, умеренная – 40,0–50,0 % и эпифитотийная – 65,0–75,0 % (рисунок).

Несмотря на благоприятные погодные условия для развития альтернариоза, признаки поражения болезнью ботвы среднеспелого сорта Скарб и среднепозднего Нара появились позже – в стадии 59–63 (видны первые цветочные лепестки первого соцветия, ясно отличимы от чашелистиков – открыты 30 % цветков первого соцветия). В целом развитие альтернариоза в течение вегетации колебалось от 3,0 до 40,0 %, то есть от депрессивного до умеренного. В посадках среднеспелого и среднепозднего сортов картофеля не отмечено эпифитотийной степени поражения растений.

Для понимания фитопатологической ситуации по альтернариозу картофеля в республике сотрудниками лаборатории была проведена оценка распространенности и развития болезни в агроценозах культуры в ходе проведения маршрутных обследований. В результате анализа

результатов по пораженности посадок установлено, что в период вегетации 2021 г. альтернариоз получил широкую распространенность, которая в среднем варьировала от 62,0 (Витебский СУ) до 100 % (Кобринская, Мозырская и Молодечненская СС) (таблица 2).

Таблица 2 – Распространенность и развитие альтернариоза картофеля в условиях сортоиспытательных станций и участков (маршрутные обследования, 2021 г.)

Сорт	Альтернариоз, %											
	Гродненский СУ		ГСХУ «Горечая СС»		Витебский СУ		ГСХУ «Кобринская СС»		ГСХУ «Молодечненская СС»		ГСХУ «Мозырская СС»	
	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Манифест	30,0	100	50,0	100	1,6	50,0	75,0	100	35,0	100	100	100
Скарб	15,0	80,0	9,7	90,0	9,1	65,0	40,0	100	55,0	100	100	100
Гарантия	7,0	75,0	1,4	90,0	1,8	60,0	10,0	100	55,0	100	100	100
Рагнеда	5,0	70,0	0,6	85,0	6,3	70,0	35,0	100	20,0	100	100	100
Челленджер	7,0	90,0	4,5	95,0	1,3	47,0	15,0	100	40,0	100	100	100
Сапфир	3,0	30,0	7,7	100	8,8	80,0	25,0	100	35,0	100	100	100
Среднее	11,2	74,2	12,3	93,3	4,8	62,0	33,3	100	40,0	100	100	100

Примечания: 1. Учет проведен в ст. 89–93 (ягоды первого соплодия сморщены, семена сортоиспытательной окраски – большинство листьев пожелтело); 2. Р – распространенность, R – развитие.

Причем следует отметить, что анализ фитопатологической ситуации проведен на фоне фунгицидной защиты от болезни. Максимальное развитие альтернариоза (100 %) с полным поражением и усыханием ботвы растений всех сортов картофеля отмечено на Мозырской СС. Также эпифитотийное развитие болезни установлено на таких сортах как Манифест из Кобринской СС (75,0 %), Скарб (55,0 %) и Гарантия (55,0 %) из Молодечненской СС.

На некоторых сортоиспытательных участках картофеля сортов Манифест, Скарб, Рагнеда и Челленджер был поражен альтернариозом в умеренной степени (30,0–50,0 %), однако у большинства сортов показатель развития болезни не превышал 20,0 %.

В ходе лабораторного анализа растительных проб, собранных в результате маршрутных обследований с пораженных растений картофеля, отмечена высокая частота встречаемости грибов рода *Alternaria*, причем выделены как мелкоспоровые, так и крупноспоровые изоляты *Alternaria* spp.: *A. alternata*, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire и *A. solani*. Полученные результаты показывают, что доминирующим видом, обнаруженным в большинстве исследуемых растительных проб из всех обследованных мест, является вид *A. alternata*, встречаемость которого в целом составила 77,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Видовой состав возбудителей рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, 2021 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Гродненский СУ	Манифест	–	–	–	+
	Скарб	–	+	–	+
	Гарантия	+	+	–	–
	Рагнеда	–	–	+	–
	Челленжер	–	–	–	+
	Сапфир	–	–	–	+
Частота встречаемости, %		16,7	33,3	16,7	66,7
ГСХУ «Горечкая СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	–	+	–
	Гарантия	+	–	–	–
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленжер	+	+	–	–
	Сапфир	+	+	–	+
Частота встречаемости, %		100	50,0	33,3	33,3
Витебский СУ	Манифест	+	–	+	–
	Скарб	–	–	–	–
	Гарантия	–	–	+	+
	Рагнеда	–	+	+	+
	Челленжер	+	–	–	–
	Сапфир	+	+	–	–
Частота встречаемости, %		50,0	33,3	50,0	33,3
ГСХУ «Кобринская СС»	Манифест	+	+	–	–
	Скарб	+	+	–	–
	Гарантия	+	+	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленжер	+	+	+	–
	Сапфир	+	+	+	–
Частота встречаемости, %		100	83,3	66,7	16,7
ГСХУ «Молодечненская СС»	Манифест	+	+	–	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	–	+
	Рагнеда	+	+	+	–
	Челленжер	+	–	–	+
	Сапфир	+	–	–	+
Частота встречаемости, %		100	50,0	16,7	83,3
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	+	+
	Рагнеда	+	+	–	+
	Челленжер	+	+	–	+
	Сапфир	+	–	–	+
Частота встречаемости, %		100	66,7	33,3	100
Частота встречаемости патогена в сортообразцах, %		77,8	52,8	36,1	55,6

Примечание. «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя.

Следует также отметить, что при высокой распространенности альтернариоза в посадках картофеля Горецкой СС, Кобринской СС, Молодечненской СС и Мозырской СС, достигающей в среднем по сортам 93,3–100 % (таблица 2) установлено доминирование *A. alternata* с частотой встречаемости 100 % (таблица 3). Кроме того, в Горецкой и Кобринской СС выявлена высокая встречаемость *A. solani*, составляющая 50,0 и 83,3 % соответственно. Частота встречаемости данного вида в обследованных сортообразцах картофеля достигала 52,8 %.

В литературных данных существуют противоречивые сведения о приоритетной позиции грибов *A. solani* и *A. alternata* в инфекционном процессе. Чаще исследователи констатируют то, что *A. solani* является первичным и основным возбудителем болезни, а *A. alternata* считается слабопатогенным или вторичным сапротрофным видом [11]. Результаты наших исследований свидетельствуют о доминировании *A. alternata* на пораженных листьях картофеля к концу периода вегетации, что возможно связано с физиологическим старением тканей и приурочено к периоду оттока пластических веществ из листьев в клубни.

В последнее время все чаще поражение листьев картофеля ассоциируется с такими видами как *A. arborescens* E.G. Simmons, *A. arbusti* E.G. Simmons, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *A. infectoria* E.G. Simmons и т.д. [11]. Подобные изменения также были отмечены нами в ходе проведения лабораторных исследований, выявивших встречаемость вида *A. tenuissima* на уровне 36,1 %. Также на растительном материале картофеля спорадически обнаруживались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola* E.G. Simmons, Kosiak & Kwasna и *A. brassicae* (Berk.) Sacc., отнесенные к группе *Alternaria* spp. и требующие дальнейшего детального определения.

Следует отметить, что для точного понимания структуры видового разнообразия возбудителей альтернариоза картофеля необходимо продолжить исследования, поскольку соотношение видов в образцах картофеля, собранных в одних и тех же территориальных местах не является стабильным показателем и может изменяться в разные годы в зависимости от климатических условий [2, 11].

Заключение. Таким образом, поражение растений клубневой и золотистой картофельной нематодами, чередование засушливых погодных условий с небольшим выпадением осадков на фоне повышенных температур воздуха способствуют усилению развития альтернариоза.

Выявлено, что с возрастанием инфекционной нагрузки нематод картофеля при бессменном возделывании культуры усиливается поражаемость растений альтернариозом с достижением в 2021 г. эпифитотийной степени (59,1–84,1 %) на всех исследуемых сортах к стадиям 73–89.

В условиях естественного инфекционного фона грибов рода *Alternaria* под влиянием погодных условий как основного стрессового фактора наиболее интенсивно поражался раннеспелый сорт Бриз с развитием болезни в период вегетации до 75,0 %, менее – среднеспелый Скарб – до 40,0 % и среднепоздний сорт Нара – до 35,0 %.

В республике в посадках картофеля отмечена высокая распространенность альтернариоза, варьирующая в среднем от 62,0 до 100 %. В сложившихся погодных условиях у большинства сортов на фоне проведения защитных мероприятий отмечена депрессивная степень поражения, не превышающая 20,0 %. Эпифитотийное развитие альтернариоза выявлено в посадках картофеля всех сортов Мозырской СС и на единичных сортах Кобринской и Молодечненской СС.

Определено, что возбудителями альтернариоза картофеля является комплекс видов рода *Alternaria*, среди которых доминирующее положение занимают *A. alternata* (77,8 %) и *A. solani* (52,8 %). Высокая частота встречаемости *A. alternata* на уровне 100 % выявлена в образцах, собранных в посадках картофеля с распространенностью болезни 93,3–100 %.

Список литературы

1. Osowski, J. Potrzeba i mozliwosci zwalczania alternariozy ziemniaka // Ziemiak Polski. – 2001. – № 2. – С. 19–21.
2. Ганнибал, Ф. Б. Видовой состав, таксономия и номенклатура возбудителей альтернариоза листьев картофеля / Ф. Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность / под ред. А. П. Дмитриева. – СПб., 2007. – С. 142–148. – (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 6).
3. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал; науч. ред. М. М. Левитин. – СПб, 2011. – 70 с.
4. Далинова, А. А. Грибы рода *Alternaria* как продуценты биологически активных соединений и биогербицидов (обзор) / А. А. Далинова, Д. Р. Салимова, А. О. Берестецкий // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56, № 3. – С. 223–241.
5. Жукова, М. Альтернариоз: не дай ботве усохнуть! / М. Жукова, В. Халаева // Белорус. сел. хоз-во. – 2012. – № 5 (121). – С. 40–42.
6. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
7. Козловский, Б. Е. Альтернариоз на картофеле становится более вредоносным / Б. Е. Козловский, А. В. Филиппов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 12–13.
8. Мельникова, Е. С. Вредоносность альтернариоза картофеля как основного биологического ресурса агроценоза Воронежской области / Е. С. Мельникова, Е. А. Мелькумова, М. Аль Мохаммад // Вестн. Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 1 (48). – С. 29–34.
9. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буги; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2005. – 460 с.

11. Орина, А. С. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства *Solanaceae* / А. С. Орина, Ф. Б. Ганнибал, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44, вып. 2. – С. 150–159.
12. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.
13. Шестеперов, А. А. Дитиленхоз картофеля: распространение, эпифитотология, диагностика / А. А. Шестеперов, К. О. Бутенко // Защита картофеля. – 2010. – № 1. – С. 26–37.
14. Ягнешко, Д. И. Альтернариоз картофеля / Д. И. Ягнешко // Защита картофеля. – 2000. – № 3. – С. 21–22.

***V.I. Khalaeva¹, I.G. Volchkevich¹, M.V. Konopatskaya¹,
V.V. Vabishchevich²***
*Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region
OOO ValdisAgro, Minsk*

DEVELOPMENT OF ALTERNARIA BLIGHT IN POTATO AGROCENOSSES UNDER THE INFLUENCE OF STRESSFUL FACTORS

Annotation. The article presents the data on potato agrocenoses affected by *Alternaria* blight under the influence of various factors that have a stressful effect on the host plant and contribute to the damage of the crop by the disease. It's established that potato nematodes increase the plant susceptibility to the disease, promoting epiphytotic development of *Alternaria* at earlier stages of the crop ontogenesis. Under the conditions of a natural infectious load of *Alternaria* pathogens under the influence of weather conditions epiphytotic development of the disease was observed on plants of the early ripening variety Breeze – 75,0 %, moderate – of the mid ripening variety Skarb and mid-late variety Nara – 40.0 % and 35,0 %, respectively. In the republic, a high prevalence of the disease is observed in the plants of the studied varieties, varying on average from 62,0 to 100 %. From *Alternaria* spp. fungi the dominant species on potatoes are *A. alternata* (77,8 %) and *A. solani* (52,8 %). With a high prevalence of *Alternaria* blight, reaching on average 93.3–100 % for potato varieties, the dominance of *A. alternata* was established with a frequency of occurrence of 100 %.

Key words: potato, *Alternaria* blight, *Alternaria* spp. fungi, stress factors, variety, disease development, phytopathological situation.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 633.1:632.951

<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-164-179>

С.В. Бойко, М.Г. Немкевич

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

ОБРАБОТКА СЕМЯН И ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ АЦЕТАМИПРИДА – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Дата поступления статьи в редакцию: 30.05.2022

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки эффективности инсектицидов за 2016–2021 гг., содержащих в качестве действующего вещества (д.в.) ацетамиприд и его комбинации с соединениями из других химических групп в защите зерновых культур от доминантных вредителей. Установлено, что предпосевная обработка семян препаратом инсектицидного действия способствовала снижению поврежденности личинками щелкунов и злаковых мух растений пшеницы озимой до 87,0 % и до 69,9 %, ячменя ярового – до 91,5 % и до 80,9 % соответственно; инсектицидно-фунгицидного действия в посевах озимых зерновых – до 93,1 %, яровых – до 91,4 %. Результаты производственных опытов на пшенице и тритикале озимых продемонстрировали высокую эффективность препарата Кинг Комби, КС в снижении поврежденности растений личинками жужелицы хлебной (на 85,9–90,2 %) и гусеницами озимой совки (на 80,9–84,1 %) и численности фитофагов – на 73,3 % и 90,0 % соответственно.

При обработке вегетирующих растений двухкомпонентными инсектицидами с д.в. ацетамиприд поврежденность стеблей яровых зерновых культур злаковыми мухами снизилась до 93,3 %, численность блох – до 93,8 %. Биологический эффект в снижении численности личинок пьявицы красногрудой в посевах озимых культур при применении изучаемых токсикантов составил 80,3–100 %, яровых – 81,0–100 %, численности настоящих тлей – до 98,8 % в посевах ячменя ярового и до 99,4 % – пшеницы яровой.

Ключевые слова: озимые и яровые зерновые культуры, инсектициды, ацетамиприд, вредители, посевные щелкуны, злаковые мухи, хлебная полосатая блоха, пьявица, тли, эффективность.

Введение. Широкий ареал возделывания зерновых культур на территории Беларуси, включающий различные агроклиматические зоны и высокая концентрация посевов в хозяйствах являются причиной

разнообразного состава фитофагов, повреждающих их во время вегетации. Из многоядных вредителей значимый ущерб озимым и яровым зерновым наносят личинки жуков-щелкунов, гусеницы подгрызающих совок, внутрисклелевых – личинки злаковых мух, склелевых блох, листогрызущих – имаго блохи хлебной полосатой, пиявиц, сосущих – тли [6]. В отдельные годы на юге Беларуси всходам озимых культур вредят личинки хлебной жужелицы, озимой совки [1, 2]. В результате отсутствия послеуборочных механических обработок стерни, разного рода безотвального рыхления почвы, предпосевных культиваций и ухода за парами, позволяющими качественно разделять почву и тщательно заделывать в неё растительные остатки и семена сорняков, численность и вредоносность фитофагов ежегодно остаётся высокой [12, 16].

При интенсивном возделывании зерновых культур неотъемлемой частью агротехники является защита растений от вредителей. При этом роль химических мероприятий не теряет своей актуальности [9]. В то же время применение средств защиты требует постоянного контроля, поскольку помимо сохранения урожайности использование синтетических средств защиты растений сопровождается загрязнением окружающей среды и продукции. Появление на рынке новых препаратов регулируется системой государственных регистрационных испытаний, предусматривающей, в том числе утверждение регламентов их применения [13]. Несмотря на расширение ассортимента препаратов, количество действующих веществ, входящих в их состав, увеличивается не так быстро. Чаще всего появление новых препаратов обусловлено новыми комбинациями действующих веществ в различных количественных соотношениях [5]. Одно из таких действующих веществ, входящих в состав современных инсектицидов – ацетамиприда.

Он относится к сравнительно новому классу неоникотиноидов и обладает контактным, кишечным и системным действием, поэтому всасывается всеми частями растений и распространяется во все органы равномерно. Механизм действия ацетамиприда основан на необратимой блокировке никотинзависимых рецепторов ацетилхолина в нервной системе, что нарушает передачу нервного импульса через синапс, в результате чего насекомое гибнет от сильного нервного перевозбуждения. В результате вредители погибают, как от поедания обработанных растений, так и при попадании препарата на покровы тела насекомых-вредителей [10, 19]. Препараты на его основе применяются во многих странах для защиты озимых и яровых зерновых культур от черепашки вредной, жужелицы хлебной, злаковых мух, блохи хлебной полосатой для предпосевной обработки семян и в период вегетации, а также для обработки других сельскохозяйственных культур от специализированных вредителей (тепличная белокрылка, клещи, колорадский

жук, картофельная коровка). Ацетамиприд, нанесенный на семена зерновых культур, защищает их от вредителей до 60 дней [3, 8, 10, 17, 18, 19].

В Республике Беларусь на 2022 г. для обработки семян зерновых культур с содержанием ацетамиприда 300 г/л разрешен к применению однокомпонентный отечественный препарат инсектицидного действия – Леатрин, КС (ООО «Франдеса», Беларусь); трехкомпонентные препараты инсектицидно-фунгицидного действия с содержанием д.в.: 100 г/л – Кинг Комби, КС (ООО «Агро Эксперт Групп», Россия); 250 г/л – Багрец Плюс, КС и Вершина Плюс, КС (ООО «Франдеса», Беларусь). Для защиты вегетирующих растений зарегистрированы однокомпонентные инсектициды с содержанием ацетамиприда 200 г/кг – Агролан, РП (Пиларквим (Шанхай) КО., Лтд., Китай), Гигант, РП (Уилловуд Лтд., Китай), Моспилан, РП (Ниппон Сода Ко., Лтд., Япония), Рексфлор, РП (ООО «Агрозащита плюс», Беларусь; Ningbo Lido International Incorporation Co., Ltd, Китай). С 2019 г. в «Государственный реестр...» внесены двухкомпонентные препараты с 100 г/л ацетамиприда – Органза, КС (ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия), 115 г/л – Декстер, КС (ООО «Агро Эксперт Групп», Россия), 375 г/л – Стихия, МЭ (ООО «Франдеса», Беларусь), а с 2022 г. – Аркуэро, КС (25 г/л) (ООО «АДАМА РУС», Россия) [5].

Цель исследований – оценить эффективность новых высокоактивных препаратов для обработки семян зерновых культур до посева и инсектицидов для защиты растений в период вегетации, содержащих в составе одно из д.в. ацетамиприд от комплекса доминантных вредителей.

Методика проведения исследований. Мониторинг фитосанитарной ситуации и оценка эффективности препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов с содержанием действующего вещества ацетамиприд в посевах зерновых культур от вредителей проводили в полевых (2018–2021 гг.) и производственных (2016–2017 гг.) опытах. Наблюдения велись до посева и в период развитие листьев – кушение и выход в трубку – колосшение.

Численность личинок щелкунов учитывалась методом раскопок на глубину до 30 см ручным буром конструкции Г.К. Пятницкого диаметром рабочей части 11,3 см (площадью 0,01 м²) перед посевом [13], личинок хлебной жужелицы – на глубину штыка лопаты 25–30 см (до 50 см) по 10 проб размером 0,33×0,30 см (0,1 м²): по 2 с 4-х сторон и 2 в центре поля, охватывая основную территорию участка [15]. Оценка поврежденности растений яровых зерновых личинками щелкунов проводится через 14 дней после появления всходов, озимых – в фазе кушения (осенью) [11].

Для мониторинга агроценозов в период вегетации использовали методы, принятые в энтомологии: кошение энтомологическим сачком (100 взмахов), визуальный осмотр растений (по 25 стеблей в 4-х

кратной повторности), отбор растительных проб (по 25 растений в 4-х кратной повторности) [3].

При планировании опытов руководствовались «Методикой полевого опыта» [7]. Влияние обработки семян оценивали по снижению поврежденности растений вредителями. Инсектициды в период вегетации применяли при достижении численности вредителей выше пороговых значений. Биологическую эффективность препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов рассчитывали по формуле Аббота (1925), Хендерсона и Тилтона (1955), хозяйственную – на основе прибавки урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ фитосанитарной ситуации в производственных посевах озимых пшеницы и тритикале озимого в 2016 г. и 2017 г. показал, что до сева и в период появления всходов доминировали личинки щелкунов I и IV года жизни полосатого (*Agriotes lineatus* L.) и малого посевного (*A. sputator* L.). Средняя численность вредителей по полю перед посевом культур составляла 30,8–36,2 ос./м² (ЭПВ 20,0–24,0 ос./м²). Осенью 2016 г. в период 3-х листьев – кущение культуре наносили повреждения личинки шведских мух третьего поколения рода *Oscinella*. На 100 взмахов сачком выкашивалось до 48,0 особей (ЭПВ 25,0–30,0 ос./100 взмахов сачком), поврежденность стеблей достигала 8,0 %. В 2017 г. численность имаго была значительно ниже пороговых величин – 2,0–4,0 ос./100 взмахов сачком. В 2016 г. численность личинок жулици хлебной (*Zabrus tenebrioides* Goeze) I возраста составила 24,6 ос./м² (ЭПВ 3,0–6,0 ос./м²), в 2017 г. – 15,0 ос./м².

По данным двухлетних исследований, представленных в таблице 1, биологическая эффективность препарата Кинг Комби, КС (1,5 л/т) в снижении поврежденности растений озимых зерновых проволочниками составила 76,9–93,1 %, стеблей злаковыми мухами – 85,0 % (2016 г.), что обеспечило сохранение урожая зерна пшеницы озимой 4,0 ц/га или 4,8 %, тритикале озимого – 3,0 ц/га или 6,5 %.

Снижение поврежденности растений личинками жулици хлебной при обработке семян препаратом Кинг Комби, КС составило 85,9–90,2 %, численности фитофага – 70,3–73,3 % (таблица 2). Сохранено зерна в 2017 г. 2,5 ц/га или 4,1 %, в 2018 г. – 1,5 ц/га или 3,2 % по отношению к варианту без применения протравителя семян инсектицидно-фунгицидного действия.

Также, в осенний период, в производственных посевах озимых зерновых культур присутствовали гусеницы II–V возраста озимой совки (*Agrotis segetum* Den.&Schiff.) второго поколения. Насчитывалось в среднем 10,0–14,0 ос./м² (ЭПВ в посевах тритикале – 2,3–3,0, пшеницы – 5,0 ос./м²). Эффект препарата Кинг Комби, КС в снижении

поврежденности растений пшеницы и тритикале озимого фитофагом составил 80,9–84,1 %, численности гусениц – 76,4–90,0 % (таблица 3).

В 2017 г. сохраненный урожай зерна пшеницы озимой составил 3,2 ц/га или 15,5 %, в 2018 г. – 2,2 ц/га или 4,7 %.

Таблица 1 – Эффективность препарата Кинг Комби, КС от проволочников в посевах озимых зерновых культур (производственные опыты)

Вариант, норма расхода, л/т	Повреждено растений проволочниками, %		Биологическая эффективность, %		Урожайность зерна, ц/га		Сохранено зерна			
							ц/га		%	
	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.
Без обработки*	11,6	26,0	–	–	83,0	46,4	–	–	–	–
Кинг Комби, КС – 1,5	0,8	6,0	93,1	76,9	87,0	49,4	4,0	3,0	4,8	6,5
НСР ₀₅					2,3	1,9				

Примечание. *2016–2017 гг. – ГСХУ «Молодечненская СС» Минского р-на, сорт Богатка, семена пшеницы обработаны протравителем фунгицидного действия Витарос, ВСК – 3 л/т. 2017–2018 гг., – ОАО «Комаровка» Брестского р-на, сорт Бальтико, семена тритикале обработаны протравителем фунгицидного действия Ориус Универсал, ТКС – 2 л/т.

Таблица 2 – Биологическая эффективность препарата Кинг Комби, КС от личинок жужелицы хлебной в посевах тритикале озимого в осенний период (производственный опыт, ОАО «Комаровка», Брестский р-н)

Вариант, норма расхода, л/т	Численность личинок, ос./м ²	Биологическая эффективность, %	Повреждено растений личинками, %	Биологическая эффективность, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохранено зерна	
						ц/га	%
Сорт Прометей, 2016/2017 гг.							
Без обработки семян*	24,6	–	12,8	–	60,6	–	–
Кинг Комби, КС – 1,5	7,3	70,3	1,8	85,9	63,1	2,5	4,1
НСР ₀₅					1,7		
Сорт Бальтико, 2017/2018 гг.							
Без обработки семян*	15,0	–	8,2	–	46,6		
Кинг Комби, КС – 1,5	4,0	73,3	0,8	90,2	48,1	1,5	3,2
НСР ₀₅					0,7		

Примечание. В 2016 г. семена тритикале в варианте без обработки протравлены Максим Форте, КС – 2 л/т, в 2017 г. – Ориус Универсал, ТКС – 2 л/т.

Таблица 3 – Биологическая эффективность препарата Кинг Комби, КС от совки озимой в посевах зерновых культур (производственные опыты)

Вариант, норма расхода, л/т	Повреждено растений гусеницами, %	БЭ, %	Численность гусениц, ос./м ²	БЭ, %
Пшеница озимая, сорт Богатка, ОАО «Видомянское», 2016 г.				
Без обработки семян*	6,8	–	10,0	–
Кинг Комби, КС – 1,5	1,3	80,9	1,0	90,0
Тритикале озимое, сорт Бальтико, ОАО «Комаровка», 2017 г.				
Без обработки семян*	8,2	–	14,0	–
Кинг Комби, КС – 1,5	1,3	84,1	3,3	76,4

Примечания: 1. В 2016 г. семена пшеницы в контрольном варианте протравлены Виал-ТТ, ВСК – 3 л/т, в 2017 г. семена тритикале – Ориус Универсал, ТКС – 2 л/т; 2. БЭ, % – биологическая эффективность.

Эффективность защиты растений от вредных объектов во многом определяется численностью фитофага. Учеты вредителей в посевах озимых и яровых культур в разные годы на опытном поле РУП «Институт защиты растений» показали, что численность личинок шелкоунов и имаго шведских мух ежегодно превышает пороговые значения (таблица 4).

Таблица 4 – Численность фитофагов в посевах зерновых культур (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год исследований	Культура	Численность	
		личинок шелкоунов до посева, ос./м ² почвы	имаго злаковых мух в период 1-го – 2–3-х листьев, ос./100 взмахов сачком
Озимые зерновые (осень)			
2019	пшеница	20,8–21,2	25,0–28,0
		22,8–27,1	–
2020	ячмень рожь	21,3–22,6	25,0–30,0
ЭПВ		20,0–24,0	25,0–30,0
Яровые зерновые (весна)			
2018	ячмень	31,0	–
2019		19,0	24,0
2020		17,0	28,0
2021		24,0	28,0
ЭПВ		16,0–20,0	20,0–25,0

Оценка эффективности препаратов для предпосевной обработки семян на основе ацетамиприда показала высокую степень защиты посевов зерновых культур от личинок шелкоунов и злаковых мух (таблица 5).

Поврежденность личинками злаковых мух растений пшеницы озимой высеянной семенами, обработанными препаратом Леатрин, КС с нормой расхода 0,8 и 0,9 л/т уменьшалась на 81,7–87,0 %, злаковыми

мухами – на 62,2–69,9 %, что способствовало сохранению зерна в полевом опыте 1,4–1,7 ц/га, или 1,9–2,4 % (таблица 5). Данный препарат показал высокий эффект в посевах ячменя ярового – поврежденность растений личинками шелконов снизилась на 91,5 %, злаковыми мухами – на 80,9 %, сохранив при этом зерна 2,1 ц/га (3,1 %) (таблица 6).

Оценка эффективности препарата для предпосевной обработки семян инсектицидно-фунгицидного действия Вершина Плюс, КС с нормой расхода 0,8 и 1,0 л/т в посевах пшеницы озимой показала, что поврежденность растений личинками шелконов снизилась на 78,8–83,3 %, злаковыми мухами – на 60,0–66,1 % (таблица 5), что позволило в исследуемом варианте получить урожайность зерна 84,7–88,6 ц/га при этом сохранено зерна 2,9–5,1 ц/га или 3,5–6,1 % по отношению к варианту без обработки семян.

Согласно представленным в таблице 5 данным, обработка семян пшеницы озимой инсектофунгицидом Багрец Плюс, КС также способствовала снижению поврежденности растений личинками шелконов на 80,3–84,8 % и злаковых мух – на 48,2–73,2 %, ячменя озимого – на 80,7–82,0 и 80,4–85,8 % соответственно. В зависимости от нормы расхода препарата (0,8–1,0 л/т) сохранено зерна пшеницы 3,0–5,1 ц/га (3,7–6,1 %) и ячменя 3,1–3,5 ц/га (4,4–5,0 %).

В 2020–2021 гг. биологическая эффективность препарата Багрец Плюс, КС (0,8–1,0 л/т) по снижению поврежденности растений ржи озимой личинками шелконов составила 81,5–87,1 % (таблица 5), сохранено зерна – 3,0–3,5 ц/га.

За годы исследований отмечена высокая эффективность препарата Вершина Плюс, КС в посевах ячменя ярового – биологическая эффективность по поврежденности растений личинками шелконов составила 81,6–91,4 %, злаковых мух – 81,0–91,1 % (таблица 6), что обеспечило сохранение урожая зерна 2,4–3,7 ц/га, или 4,0–8,6 %.

Установлено, что если до посева зерновых культур численность личинок шелконов превышает пороговые значения в 2–3 раза, то эффективность инсектицидных препаратов снижается. Такая ситуация отмечена в 2020 г. – в раскопках насчитывалось вредителей 48,0 ос./м² почвы и биологическая эффективность препарата Вершина Плюс, КС (1,0 л/т) по снижению поврежденности пшеницы яровой фитофагами составила 48,8 %, однако эффект в снижении поврежденности стеблей личинками злаковых мух (выкашивалось в период 1-го – 2–3-х листьев 35,0 ос./100 взмахов сачком, ЭПВ 15,0–20,0 ос. на единицу учета) составил 84,3 % (таблица 6).

В период 1-го листа – 2–3-х листьев на посевах яровых зерновых культур, которые высеяны не обработанными препаратами инсектицидного или инсектицидно-фунгицидного действия необходимо проводить постоянный мониторинг плотности злаковых мух, блохи хлебной полосатой (*Phyllotreta vittula* Redtenb.).

Таблица 5 – Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидно-фунгицидного действия в посевах озимых зерновых культур от личинок щелкунов и злаковых мух (полевые опыты)

Вариант, норма расхода, л/г	Годы исследований	Повреждено растений личинками щелкунов, %	БЭ, %	Повреждено растений личинками злаковых мух, %	БЭ, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохранено зерна		Масса 1000 зерен, г
							ц/га	%	
Пшеница озимая, сорт Элегия, РУП «Институт защиты растений»									
Без обработки семян	2019–	11,5	–	15,6	–	72,0	–	–	44,2
	2020	1,5–2,1	81,7–87,0	4,7–5,9	62,2–69,9	73,4–73,7	1,4–1,7	1,9–2,4	44,5–45,0
НСР _{0,5}									
Без обработки семян	2019–	13,2	–	5,6	–	81,8	–	–	44,21
	2020	2,2–2,8	78,8–83,3	1,9–2,0	60,0–66,1	84,7–84,8	2,9–3,0	3,5–3,7	44,96–45,0
	НСР _{0,5}	2,0–2,6	80,3–84,8	1,5–2,9	48,2–73,2	84,8–85,0	3,0–3,2	3,7–3,9	45,0–45,03
НСР _{0,5}									
Пшеница озимая, сорт Элегия, ОАО «Щомыслица», предшественник – яровые зерновые культуры									
Без обработки семян	2020–	2,2,4	–	–	–	83,5	–	–	37,9
	2021	4,4	80,4	–	–	88,6	5,1	6,1	39,03
	НСР _{0,5}	4,0	82,1	–	–	88,6	5,1	6,1	39,0
НСР _{0,5}									
Рожь озимая, сорт Паулінка									
Без обработки семян	2020–	12,4	–	–	–	57,0	–	–	28,9
	2021	1,6–2,3	81,5–87,1	–	–	60,0–60,5	3,0–3,5	5,3–6,4	29,6–29,8
	НСР _{0,5}					1,9			0,41
Ячмень озимый, сорт Тереза									
Без обработки семян	2020–	17,1	–	9,2	–	74,1	–	–	38,1
	2021	3,0–3,1	80,7–82,0	1,3–1,8	80,4–85,8	74,2–73,8	3,1–3,5	4,4–5,0	38,8–39,0
	НСР _{0,5}					1,6			0,50

Примечание. БЭ – биологическая эффективность.

Таблица 6 – Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидно-фунгицидного действия в посевах яровых зерновых культур от личинок щелкунов и злаковых мух (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант, норма расхода, л/т	Год исследования	Повреждено растений личинками шелкунов, %	БЭ, %	Повреждено растений личинками злаковых мух, %	БЭ, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохранено зерна		Масса 1000 зерен, г
							ц/га	%	
Ячмень яровой, сорт Ладны, предшественник – чистый пар									
Без обработки семян	2018	16,5	–	11,0	–	68,7	–	–	–
Лепатрин, КС, 0,8		3,4	91,5	5,5	80,9	70,8	2,1	3,1	–
НСР _{0,5}									
Ячмень яровой, сорт Радзімч, предшественник – озимые зерновые культуры									
Без обработки семян	2019	9,3	–	37,2	–	59,3	–	–	50,2
Вершина плюс, КС, 0,8–1,0		1,4–1,7	81,7–84,9	5,1–6,2	83,3–86,3	61,7–61,8	2,4–2,5	4,0–4,2	50,3–50,4
НСР _{0,5}									
Ячмень яровой, сорт Радзімч, предшественник – свекла сахарная									
Без обработки семян	2020	11,4	–	10,2	–	43,2	–	–	53,0
Вершина плюс, КС, 0,8–1,0		1,0–2,1	81,6–91,2	0,9–1,4	86,3–91,1	46,4–46,9	3,2–3,7	7,4–8,6	53,2–53,5
НСР _{0,5}									
Пшеница яровая**, сорт Славянка, предшественник – зерновые в бессменном посеve									
Без обработки семян	2020	12,9	–	8,3	–	45,9	–	–	38,0
Вершина плюс, КС, 1,0		6,6	48,8	1,3	84,3	48,8	2,9	6,3	38,4
НСР _{0,5}									
Ячмень яровой, сорт Фэст, предшественник – озимые зерновые культуры									
Без обработки семян	2021	9,3	–	21,0	–	38,9	–	–	43,6
Вершина Плюс, КС, 1,0		0,8	91,4	4,0	81,0	42,0	3,1	8,0	44,5
НСР _{0,5}									
Ячмень яровой, сорт Фэст, предшественник – озимые зерновые культуры									
Без обработки семян	2021	9,3	–	21,0	–	38,9	–	–	43,6
Вершина Плюс, КС, 1,0		0,8	91,4	4,0	81,0	42,0	3,1	8,0	44,5
НСР _{0,5}									

Примечание. БЭ – биологическая эффективность; ** – РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию».

Учеты показали, что в агроценозах пшеницы и ячменя яровых в начальный период развития растений ежегодно численность имаго злаковых мух превышала пороговые величины (рисунок 1).

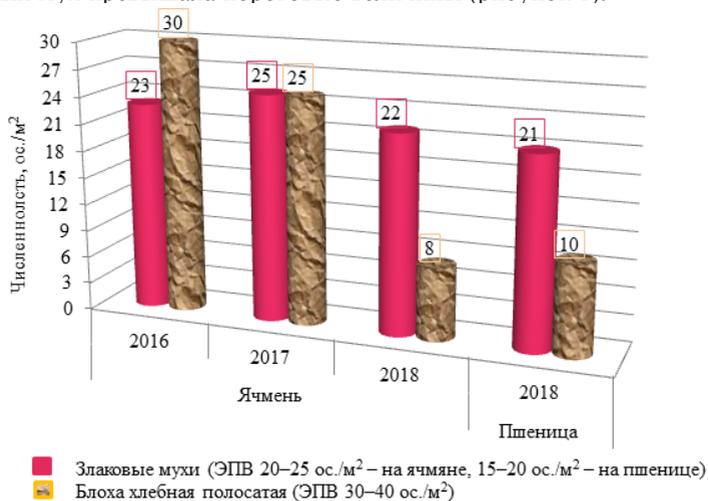


Рисунок 1 – Численность доминантных вредителей в посевах яровых зерновых культур в период 1-го листа – 2–3-х листьев (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Пороговые значения имаго блохи хлебной полосатой зафиксированы лишь в 2016 г. в посевах ячменя ярового.

Сложившаяся ситуация служила обоснованием для защитных обработок, которые проведены двухкомпонентными препаратами, содержащими в качестве одного из д.в. ацетамиприд совместно с пиретроидом (эсфенвалерат, лямбда-цигалотрин).

При оценке эффективности препарата Стихия, МЭ (ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 35 г/л) в нормах расхода 0,15–0,25 л/га и Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л) – 0,15–0,2 л/га установлено, что поврежденность растений ячменя ярового личинками злаковых мух снизилась на 83,3–93,3 %, численность имаго блохи хлебной полосатой – до 80,6–93,8 %, что способствовало сохранению 1,4–3,4 ц/га или 2,3–9,8 % зерна культуры в полевом опыте (таблица 7). В агроценозе пшеницы яровой за счет снижения вредоносности злаковых мух (до 88,8 %) и блохи хлебной полосатой (до 92,9 %) сохранено 1,7 ц/га или 7,7 % по отношению к варианту без обработки.

При проведении учета численности листогрызущих и сосущих вредителей в посевах ячменя и пшеницы яровых установлено, что в

годы исследований выше порога вредоносности учитывались личинки пядицы (красногрудая (*Oulema melanopus* L.) и синяя (*O. lichenis* Voet.)) – 0,6–2,3 ос./стебель. В вегетационном сезоне 2021 г. на посевах пшеницы наблюдалась фаза массового размножения тли черемуховой (*Rhopalosiphum padi* L.), до защитной обработки учитывалось вредителя 10,3 ос./стебель (ЭПВ 9,0–10,0 ос./стебель) (таблица 8).

Обработки инсектицидами по защите зерновых культур от пядицы и тлей проведены двухкомпонентными инсектицидами с д.в. ацетамиприда + д.в. из класса пиретроиды: Стихия, МЭ, Органза, КС, Аркуэро, КС, Декстер, КС.

Таблица 7 – Эффективность инсектицидов в посевах яровых зерновых культур от вредителей в стадии 2–3-х листьев (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант, норма расхода, л/га	Численность обработок после обработки, на день учета, ос./м ²		БЭ на день учета, %		Повреждено стеблей злаковыми мухами, %	БЭ, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохраненный урожай зерна	
	3-й	14-й	3-й	14-й				ц/га	%
Ячмень, сорт Магутны, 2016 г.									
Без обработки	36,0	16,0	–	–	26,9	–	40,0	–	–
Стихия, МЭ, 0,25	7,0	1,0	80,6	93,8	4,5	83,3	43,4	3,4	8,5
НСР _{0,5}							2,0		
Ячмень, сорт Ладны, 2017 г.									
Без обработки	24,0	21,0	–	–	15,7	–	30,7	–	–
Стихия, МЭ, 0,15–0,25	3,0–2,0	4,0–2,0	87,5–91,7	80,9–90,5	1,9–1,7	87,9–89,2	33,4–33,7	2,7–3,0	8,8–9,8
НСР _{0,5}							1,5		
Пшеница, сорт Дарья, 2018 г.									
Без обработки	11,0	14,0	–	–	16,0	–	22,0	–	–
Органза, КС, 0,2	2,0	1,0	81,8	92,9	1,8	88,8	23,7	1,7	7,7
НСР _{0,5}							1,1		
Ячмень, сорт Ладны, 2018 г.									
Без обработки	9,0	15,0	–	–	15,0	–	61,6	–	–
Органза, КС, 0,2	1,0	2,0	85,7	86,7	1,0	93,3	63,0	1,4	2,3
НСР _{0,5}							1,1		

Примечание. БЭ – биологическая эффективность.

Таблица 8 – Численность доминантных вредителей в посевах яровых и озимых зерновых культур перед обработкой (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Культура	Год исследований	Стадия развития растений (ВВСН)	Численность, ос./стебель			
			личинки пьявиц	ЭПВ	тли (черемуховая/большая злаковая)	ЭПВ (черемуховая/большая злаковая)
Ячмень яровой	2016	середина колошения (55)	0,6	0,6–0,9	0,3/11,0	8,0–9,0/ 11,0–13,0
	2017	2–3-х узлов (32–33)	0,7		1,2/0	8,0–9,0/ 2,5–2,8
	2018		2,3		2,5/1,5	
	2021	лигулы (39)	0,71		3,0/0	
Пшеница яровая	2017	1-го узла–2-х узлов (31–32)	0,72	0,7–0,9	0/1,1	9,0–10,0/ 2,3–2,5
	2018	2–3-х узлов (32–33)	0,81		0/2,0	
	2021	2-х узлов (32)	0,92		10,3/0,3	
Пшеница озимая	2017	начало цветения (61)	0,94	0,6–0,9	–	–
	2020		0,74		–	–
	2021	середина цветения (65)	0,61–0,63		–	–

В посеве ячменя ярового сорта Ладны биологическая эффективность инсектицида Декстер, КС на 3–14 сутки после обработки растений составила 82,3–98,6 %, пшеницы яровой сорта Дарья – 83,3–100 %.

От применения препарата Органза, КС в агроценозах пшеницы яровой сорта Дарья и ячменя ярового сортов Ладны и Фэст численность личинок пьявиц на 3–7 сутки снизилась на 88,0–100 %, 92,5–100 % и 84,5–97,4 %. Биологический эффект применения инсектицида Аркуэро, КС в посевах ячменя ярового сорта Фэст от пьявиц составил 81,0–97,4 % (таблица 9).

Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической эффективности инсектицидов с д.в. ацетамиприд в посевах озимых зерновых культур: при применении Аркуэро, КС численность пьявиц снизилась на – 83,1–90,8 %. Декстер, КС – на 88,8–100 %, Органза, КС – на 80,3–84,5 %.

Следует отметить высокую эффективность данных препаратов не только от листогрызущих вредителей, но и сосущих.

В годы с численностью тли на уровне или выше экономического порога вредоносности (таблица 8), биологический эффект от применения препарата Стихия, КС в посеве ячменя ярового составил до 98,8 %. Обработка растений пшеницы яровой инсектицидами Органза, КС и Аркуэро, КС снизила численность черемуховой тли до 99,3 % и до 99,4 % соответственно (таблица 10).

Таблица 9 – Биологическая эффективность инсектицидов от пьявицы в посевах яровых и озимых зерновых культур (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант (содержание ацетамиприда, г/л), норма расхода, л/га	Культура (сорт)	Годы исследования	Биологическая эффективность, %
Аркуэрро, КС (375), 0,04–0,05	пшеница яровая (Любава)	2021	85,3–98,0
	ячмень яровой (Фэст)		81,0–97,4
	пшеница озимая (Элегия)		83,1–90,8
Декстер, КС (115), 0,15–0,2	пшеница яровая (Дарья)	2017/2018	83,3–100
	ячмень яровой (Ладны)		82,3–98,6
	пшеница озимая (Богатка)	2017	88,8–100
Органза, КС (100), 0,15–0,2	пшеница яровая (Дарья)	2018	88,0–100
	ячмень яровой (Ладны)		92,5–100
	ячмень яровой (Фэст)	2021	86,6–96,1
	пшеница озимая (Элегия)		84,5–97,4
Стихия, МЭ (25), 0,15–0,25	ячмень яровой (Магутны)	2016	80,3–84,5
		2016	83,0–83,3

Таблица 10 – Биологическая эффективность инсектицидов от тли в посевах яровых зерновых культур (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант, норма расхода, л/га	Численность настоящих тлей после обработки, на день учета, ос./стебель		БЭ на день учета, %	
	3-й	7-й	3-й	7-й
Ячмень яровой, сорт Магутны, середина колошения, 2016 г.				
Без применения инсектицида	11,0	8,5	–	–
Стихия, МЭ, 0,15–0,25	0,8–0,3	0,2–0,1	92,7–97,3	97,6–98,8
Пшеница яровая, сорт Любава, 2–3-х узлов, 2021 г.				
Без применения инсектицида	8,2	0,54	–	–
Органза, КС– 0,15–0,2	0,6–0,5	0,01–0,004	92,7–93,9	98,1–99,3
Аркуэрро, КС – 0,04–0,05	0,4–0,3	0,009–0,003	95,1–96,1	98,3–99,4

При обработке инсектицидами в полевых опытах сохраненный урожай зерна достоверно составил 1,6–3,4 ц/га или 2,0–7,5 % от урожая на контрольных вариантах (рисунок 2).

Таким образом, однокомпонентные и комбинированные препараты инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия для предпосевной обработки семян и двухкомпонентные инсектициды в период вегетации из химического класса неоникотиноиды с действующим веществом ацетамиприд показали высокую биологическую и хозяйственную эффективность по защите озимых и яровых зерновых культур в период появления всходов – колошение.

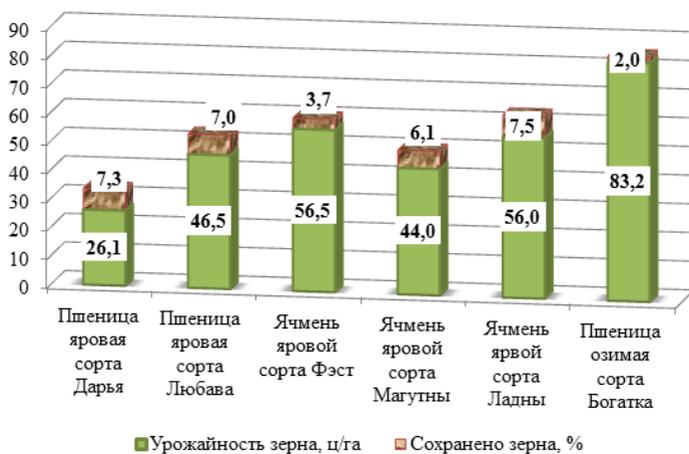


Рисунок 2 – Хозяйственная эффективность инсектицидов от комплекса вредителей в посевах зерновых культур (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», средняя за 2016–2021 гг.)

Заключение. На основе полученных данных полевых и производственных опытов установлено, что для снижения поврежденности растений зерновых культур личинками щелкунов, злаковых мух, жужелицы хлебной и совки озимой, а также в снижении численности злаковых мух, блохи хлебной полосатой, пьявицы и тлей применение препаратов инсектицидного действия содержащих д.в. ацетамиприд эффективно.

В условиях полевых опытов биологическая эффективность токсикантов в снижении поврежденности растений озимых зерновых культур личинками щелкунов составила 76,9–93,1 %, яровых – 81,6–91,5 %, стеблей личинками злаковых мух – 48,2–85,8 % и 80,9–91,1 %, соответственно. В производственных посевах пшеницы и тритикале озимых комбинированный препарат Кинг Комби, КС показал высокий эффект, как в снижении поврежденности культур личинками щелкунов (76,9–93,1 %), так и личинками жужелицы хлебной (85,9–90,2 %) и гусеницами совки озимой (80,9–84,1 %).

Эффективность инсектицидов с д.в. ацетамиприд в период 1-го – 2–3-х листьев яровых зерновых культур (ячмень, пшеница) от блохи хлебной полосатой составила 80,6–93,8 %, в снижении поврежденности стеблей личинками злаковых мух – 83,3–93,3 %. Данные инсектициды обеспечили высокое снижение численности личинок пьявиц в агроценозах яровых (81,0–100 %) и озимых (80,3–100 %) культур, тли в посевах ячменя и пшеницы яровых – на 92,7–98,8 % и 92,7–99,4 % соответственно.

Список литературы

1. Бойко, С. В. Озимая совка – опасный многоядный вредитель озимых зерновых культур / С. В. Бойко, Е. С. Пузанова // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Ин-т защиты растений», Минск-Прилуки, 17-19 мая 2016 г. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 336–339.
2. Бойко, С. В. Защита тритикале озимого от доминантных вредителей в условиях Беларуси / С. В. Бойко // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2017. – Вып. 41. – С. 196–210.
3. Володичев, М. А. Роль неоникотиноидных протравителей семян в защите всходов зерновых колосовых культур от личинок щелкунов и шведских мух в условиях Беларуси / С. В. Бойко, Ю. И. Мехтиева, Л. П. Василевская // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, №2. – С. 195–212.
4. Володичев, М. А. Методы учета вредителей / М. А. Володичев // Защита растений. – 1986. – № 6. – С.15–16.
5. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»: инсектициды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/6.1.%20Инсектициды%20и%20акарициды.pdf. – Дата доступа: 16.05.2022.
6. Доминантные вредители яровых зерновых культур и система защиты / Л. И. Трепашко [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – №1: приложение. – С. 54–64.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований: учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
8. Еремина, О. Ю. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран / О. Ю. Еремина, Ю. В. Лопатина // Агрохимия. – 2005. – №6. – С.87–93.
9. Зеленская, О. М. Оценка эффективности неоникотиноидных протравителей против личинок жуков-щелкунов в посевах зерновых колосовых культур / О. М. Зеленская, В. Н. Орлов // Вестник защиты растений. – 2017. – №4(94) – С. 54–57.
10. Комарова, А. С. Динамика разложения ацетамиприда в ягодах и соке винограда / А. С. Комарова, В. В. Человечкова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – №1. – С. 26–28.
11. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко; рец.: Д. М. Бояр, А. И. Блинов. – д. Прилуки, Минский район: РУП «Ин-т защиты растений», 2009. – 319 с.
12. Перцева, Е. В. Влияние комбинированных протравителей на фитосанитарное состояние агроценозов озимой пшеницы / Е. В. Перцева, С. В. Перцев // Инновационное развитие науки и образования: монография / Ш. Н. Азизов [и др.]. – Пенза, 2019. – С. 167–175. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36913125_11390817.pdf – Дата доступа 14.05.2022.
13. Петрова, М. О. Поиск остаточных веществ пестицидов в сельскохозяйственной Разложение ацетамиприда в ягодах винограда / М. О. Петрова, Т. Д. Черменская // Биосфера. – 2019. – Т. 11, № 1. С. 40–47.
14. Приставко, В. П. Принципы и методы экспериментальной энтомологии / В. П. Приставко. – Минск, 1979. – 136 с.
15. Трепашко, Л. И. Инвазия обыкновенной хлебной жужелицы на территорию Беларуси / Л. И. Трепашко, С. В. Бойко // Защита и карантин растений. – 2016. – №11. – С. 32–35.
16. Шпанев, А. М. Биоценологическое обоснование фитосанитарной устойчивости агроэкосистем юго-востока ЦЧЗ (на примере каменной степи): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / А. М. Шпанев. – СПб, 2013. – 42 с.

17. Gupta, M. Persistence of acetamiprid in tea and its transfer from made tea to infusion / M. Gupta, A. Shanker // Food Chemistry. – Vol. 111. – Iss. 4. – 2008. – P. 805–810. – [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814608004986>. – Date of access: 23.05.2022.

18. Chiral pesticides: identification, description, and environmental implications / E. M. Ulrich [et al.] // Rev. Environ. Contam. Toxicol. – 2012. – 217. – P. 1–74.

19. Vakhide, N. Lethal and sublethal effects of direct exposure to acetamiprid on reproduction and survival of the greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) / N. Vakhide, S. A. Safavi // Archives of phytopathology and plant protection. – Vol. 47. – Issue 3. – 2014. – Pages 339-348 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.809898>. – Date of access: 23.05.2022.

S.V. Boiko, M.G. Nemkevich

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

TREATMENT OF CEREALS AND THEIR SEEDS WITH ACETAMIPRID BASED PREPARATIONS – AN EFFECTIVE METHOD OF PROTECTION FROM PESTS

Annotation. The paper presents the results of evaluating the efficiency of insecticides for 2016–2021 containing acetamiprid as an active ingredient (a.i.) and its combination with compounds from other chemical groups in protecting cereals from dominant pests. It's established that pre-sowing treatment of seeds with an insecticidal preparation contributed to a decrease in the damage caused by wireworm and cereal flies to winter wheat up to 87,0 % and up to 69,9 %, to spring barley – up to 91,5 % and up to 80,9 %, respectively; insecticidal and fungicidal preparation used in winter cereals – up to 93,1 % and in spring cereals – up to 91,4 %. The results of production experiments on winter wheat and triticale demonstrated a high efficiency of King Combi, SC in reducing the damage caused by larvae of ground beetle (by 85,9–90,2 %) and cutworm (by 80,9–84,1 %) and the number of phytophages – by 73,3 % and 90,0 % respectively.

When vegetating plants are treated with two-component insecticides containing acetamiprid, the damage caused by corn flies to spring cereals stems decreased up to 93,3 %, the number of fleas – up to 93,8 %. The biological effect in reducing the number of cereal leaf beetle larvae in winter crops with the use of the studied toxicants was 80,3–100 %, in spring crops – 81,0–100 %, the number of plant lice amounted to 98,8 % in spring barley and up to 99,4 % – in spring wheat.

Key words: winter and spring crops, insecticides, acetamiprid, pests, agriotes, corn flies, barley flea beetle, cereal leaf beetle, plant lice, efficiency.

Е.В. Бречко

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

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭНТОМОАКАРАФАУНЫ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ С УЧЕТОМ ПИЩЕВОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.06.2022

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

Аннотация. В статье особое внимание уделено результатам исследований по формированию энтомоакарафауны зернохранилищ Беларуси с учетом экологического (пищевого) фактора. Впервые проанализировано видовое богатство, учитывающее соотношение количества видов вредителей запасов и их численность в складских помещениях при хранении зерна пшеницы, ячменя, тритикале, овса, ржи. Показано сравнение индексов видового богатства: для пшеницы установлено максимальное значение (1,53 балла), ржи – минимальное (0,93 балла). Впервые рассчитана плотность (обилие) каждого вида вредителя, сформировавшаяся в техноценозах с учетом кормовых предпочтений. Прослежена закономерность формирования структуры доминирования амбарных вредителей в зернохранилищах под влиянием их пищевых предпочтений. Акариформные клещи встречались независимо от хранящейся культуры, являясь эвдоминирующими (58,3–100 %). Из отряда Жесткокрылые доминирующими видами при хранении пшеницы значились зерновой точилицик (29,2 %) и короткоусый мукоед (16,7 %), тритикале – притворяшка вор (19,0 %), ячменя – зерновой точилицик (14,6 %), овса – рисовый долгоносик (18,1 %). Насекомые из отряда Сеноеды характеризовались как субрецендентные только для ячменя (0,7 %) и овса (1,0 %). Выявленные тенденции необходимо учитывать при проведении защитных мероприятий в складских помещениях.

Ключевые слова: энтомоакарафауна, пшеница, тритикале, ячмень, овес, рожь, пищевая избирательность, видовое богатство, плотность, структура доминирования.

Введение. Обеспечение сохранности полученного урожая зерна в период хранения от вредителей запасов является одним из важных элементов защиты, поскольку насекомые и клещи способны вызывать значительные потери – от 10 до 50 % [7, 12].

Изучению количественного видового состава и таксономической структуры энтомоакарафауны посвящено значительное количество работ. В различных частях света известно 420 видов амбарных вредителей, обитающих на территории зернохранилищ, перерабатывающих предприятий, комбикормовых заводов, элеваторов [17]. В России

определено 125 видов [6, 14], на Украине – 116 [13, 1], в Беларуси – 40 [12], в странах Европы – около 100 видов [25].

Вместе с тем Г.А. Закладной (2006) указывает, что в большинстве случаев в одном техноценозе зернохранилища может вредить не более 4-х видов [5]. Так, основными экологическими факторами, оказывающими влияние на развитие насекомых и клещей из группы вредителей запасов, являются кормовой субстрат, температура, влага, свет, состав атмосферы. И одним из главнейших факторов, влияющих на биологические и физиологические особенности развития членистоногих, значится пища [7, 19], содержащая в своем составе комплекс элементов: углеводы, белки, жиры, витамины, аминокислоты, минеральные соли фосфора, калия, кальция, марганца и воды.

Согласно многолетним исследованиям в зернохранилищах с наибольшей частотой встречаются рисовый и амбарный долгоносики, зерновой точильщик, булавоусый хрущак, мукоеды, зерновая моль, на мельницах и мучных складах – мельничная и южная огневки, малый мучной хрущак, мукоеды, на комбикормовых заводах – кожееды, хрущак, мукоеды, огневки [5].

При изучении прожорливости 7 видов вредителей: амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius* L.), рисовый долгоносик (*S. oryzae* L.), зерновой точильщик (*Rhyzopertha dominica* F.), булавоусый хрущак (*Tribolium castaneum* Herbst), малый мучной хрущак (*T. confusum* Duv.), суринамский мукоед (*Oryzaephilus surinamensis* L.), зерновая моль (*Sitotroga cerealella* Oliv.) установлено, что при питании зерном пшеницы наибольший показатель был у зернового точильщика, который за сутки поедал 0,89 мг, наименьший – суринамского мукоеда – 0,11 мг [8].

Исследования по изучению пищевой избирательности *Rh. dominica* F. в Индии показали, что пшеница (26,0 % имаго) и пшеничная мука (25,0 %) были предпочтительнее риса (12,0 %), нута (11,0 %) и муки из них (10,0 % имаго) [26]. В Польше зерно пшеницы также было наиболее благоприятным для развития популяции по сравнению с овсяной, перловой и манной крупами [24]. Однако исследованиями, проведенными в Сербии, установлено, что наиболее предпочтительным оказалось тритикале по сравнению с другими зерновыми культурами – пшеница, ячмень, рожь и овес [22].

При изучении влияния пищевого корма на плодовитость *S. oryzae* отмечено, что при питании пшеницей она составляла 100 яиц, ячменем – 37,7, овсом – 35,9, гречихой – 16,1 шт, при питании горохом – вредитель яиц не откладывал [7]. В дальнейшем, Е. В. Ченикаловой и С.В. Пименовым (2014) было подтверждено, что рисовый и амбарный долгоносики предпочитали питаться зерном хлебных злаков (пшеница, ячмень, овес), набирая наибольший вес и увеличиваясь в размерах по сравнению с имаго, развивающимися в крупах [19].

Иностранцами учеными F.T. Abushama, J. Al-Jeraiwi еще в прошлом столетии в условиях юго-западной Азии (Кувейт) при изучении

пищевых предпочтений *T. castaneum* (Herbst), выявлено, что пшеничная мука и манная крупа более предпочтительны для питания в сравнении с рисом и дробленой пшеницей [20]. Аналогичные результаты были получены и в России: мучные хрущаки (булавоусый и малый) и суринамский мукоед лучше развивались в продуктах переработки зерна (крупы, мука) [19].

Результаты, полученные С. В. Пименовым (2021) свидетельствуют о том, что величина убыли зернопродуктов определялась как продолжительностью развития генераций, так и разновидностью пищевого субстрата. Булавоусый хрущак и суринамский мукоед обеспечивали более высокую убыль при питании пшеницей (за 5 месяцев 602 и 117 мг соответственно) и ячменем (586 и 120 мг) по сравнению с кукурузой (318 и 96 мг) и подсолнечником (140 и 76 мг) [15].

В работе А. Nurul Huda, М. Noor Amni (2019) упоминается, что в Малайзии наиболее предпочтительным кормом для *O. surinamensis* являлась овсяная крупа группы злаков по сравнению с сухофруктами и орехами [23].

Наблюдения, проведенные в Беларуси И. А. Козичем более 15 лет назад, выявили, что в структуре вредной фауны в семенах пшеницы клещи составляли 92,0 %, ржи – 90,0 %, овса – 87,0 %, ячменя – 77,0 %. Из жесткокрылых насекомых при хранении зерна ячменя встречались малый мучной хрущак и рисовый долгоносик, при хранении зерна пшеницы, овса и ржи – рисовый и амбарный долгоносики [12].

Ранее нами установлено, что в незагруженных складских помещениях индекс доминирования вредителей варьировал в зависимости от общей численности вредителей и изменялся под влиянием вида хранящейся сельскохозяйственной продукции. Так, в условиях техноценоза, где хранились зерновые культуры (ячмень, овес), эвдоминирующим видом являлся булавоусый хрущак. В техноценозе, где хранились рапсовый и подсолнечный шроты, доминировал суринамский мукоед. В то же время рисовый долгоносик был доминирующим в обоих техноценозах [3].

Таким образом, для условий республики получены фрагментарные данные, целенаправленных исследований по данному направлению не проводилось, анализ представлен на примере выборочных зернохранилищ. В связи с этим, целью работы являлось изучение видового богатства и формирование структуры энтомоакарафауны зернохранилищ с учетом пищевых предпочтений.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования осуществляли в зернохранилищах, расположенных в различных регионах республики: Минский и Узденский районы Минской области, Кличевский район Могилевской области, Гродненский район Гродненской области, Березовский и Брестский районы Брестской области.

С целью изучения видового богатства, обилия (плотности), структуры доминирования вредителей запасов мониторинг проводили в

загруженных складских помещениях в течение 2019–2020 гг. Анализу подвергались образцы следующих зерновых культур: пшеница озимая и яровая, ячмень яровой и озимый, тритикале озимое, овес, рожь озимая. Проанализировано около 70 партий зерна как семенного, так и фуражного назначения, хранящегося в течение 1–2-х лет.

Биологический материал собирали в зернохранилищах, отличающихся по герметичности (типовые и нетиповые), цели использования (семенные и фуражные), конструкции (кирпично-бетонные, кирпичные помещения, арочные), способу хранения (напольный и закрошный).

Отбор точечных проб зерна, хранящегося насыпью и в мешках, осуществляли согласно ГОСТ 13586.3 – 2015 [10]. Зараженность зерновых проб определяли с учетом нормативных документов: ГОСТ 13586.6 – 93 «Зерно. Методы определения зараженности вредителями», 2010 [9], ГОСТ 34165-2017 «Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями», 2018 [11], ГОСТ 12045-97 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения заселенности вредителями», 2011 [16].

Для изучения характеристики видового богатства техноценозов зернохранилищ применяли индекс видового богатства [4]:

$$D = \frac{S}{Ln \times N},$$

где D – индекс видового богатства, балл; S – общее число видов в техноценозе, шт.; Ln – логарифм; N – общее число особей всех видов в техноценозе, ос./кг.

Большая величина индекса соответствует большому разнообразию.

Обилие (плотность) вредителей запасов определяли по формуле [18]:

$$V = \frac{k}{n},$$

где V – плотность, ос./кг; k – сумма всех особей вида во всех пробах, ос./кг; n – количество взятых проб, шт.

Для изучения структуры доминирования амбарных вредителей при питании изучаемыми культурами (ячмень, пшеница, тритикале, овес, рожь) устанавливали отношение (%) числа особей данного вида к общему числу особей всех видов по формуле [21]:

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

где D – доминирование, %; n – количество особей данного вида, ос./кг; N – количество особей всех собранных видов, ос./кг.

С учетом полученных значений доминирования рассчитывали индекс, согласно которому эвдоминирующие (E) виды составляли 40–100 %; доминирующие (D) – 12,5–39,9 %; субдоминирующие (SD) – 4–12,4 %; рецедентные (R) – 1,3–3,9 %; субрецедентные (SR) – < 1,3 %.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенного обобщения литературных источников и собственных данных прослеживается приуроченность видов вредителей запасов к определенному пищевому субстрату и их специализация (таблица 1).

Таблица 1 – Пищевая специализация доминантных вредителей запасов (по данным литературных источников и собственных исследований [2, 6, 7, 15, 19, 20])

Вид вредителя	Повреждаемые культуры и продукты переработки
Мучной клещ <i>Acarus siro</i> L.	Зерно злаковых, масличных, бобовых культур, мука, крупа, комбикорма, сушеные овощи, фрукты, лекарственное и табачное сырье, пряности, сыр, яичный порошок, рыбная и мясо-костная мука
Удлиненный клещ <i>Tyrophagus putrescentiae</i> Schr.	Зерно и продукты переработки всех злаковых культур, мука, крупа, комбикорма, сыр, сухофрукты, льняные семена, арахис, сухой яичный порошок, ветчина
Обыкновенный волосатый клещ <i>Glycyphagus destructor</i> Schr.	Зерно пшеницы и ржи, сметки зерна, сенная труха, льняное волокно, семена льна, свеклы и трав
Амбарный долгоносик <i>Sitophilus granarius</i> L.	Зерно колосовых культур, кукурузы, сорго, риса, гречихи, проса, крупы, макаронные изделия и слежавшаяся мука
Рисовый долгоносик <i>S. oryzae</i> L.	Зерно пшеницы, ржи, ячменя, овса, сорго, кукурузы, конопляное семя, пшено, рис, мука, перловая крупа, отруби, сухари, хлеб, печенье, макароны, сушеные яблоки
Зерновой точильщик <i>Rhyzopertha dominica</i> F.	Целое зерно всех зерновых колосовых культур (пшеница, ячмень, тритикале, овес, рожь), кукуруза, рис, сорго, гречиха, арахис, различные крупы, сухари, хлеб, печенье, макароны, мука
Булавоусый хрущак <i>Tribolium castaneum</i> Herbst	Зерно, крупа, комбикорм, отруби, мука, сушеные фрукты, орехи
Малый мучной хрущак <i>T. confusum</i> Duv.	Мука и мучные изделия, отруби, манная, реже гречневая крупы, сушеные овощи и фрукты, поврежденное зерно, табак. Здоровыми цельными зёрнами питаться не может
Короткоусый мукоед <i>Cryptolestes ferrugineus</i> Steph.	Зерно пшеницы, кукурузы, гниющая мука, крупа
Суринамский мукоед <i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	Зерно различных злаков, мука, крупа, отруби, кондитерские изделия, галеты, сушеные фрукты и овощи, семена масличных культур, орехи
Притворяшка-вор <i>Pitinus fiv</i> L.	Целые и битые зерна пшеницы, ржи, кукурузы, ячменя, мука и мучные изделия, крупа, сухари, семена, сушеное сырье и др.
Пыльная вошь <i>Atropos pulsatoria</i> L.	Зерно, мука, овсяные хлопья и другие сыпучие продукты

Однако для условий республики отсутствует детальный анализ по видовому богатству и структуре доминирования в техноценозах зернохранилищ при хранении различных видов продукции.

Исследования, проведенные нами, позволили выявить, что при анализе проб зерна пшеницы, тритикале, ячменя, овса, ржи количество амбарных вредителей изменялось в зависимости от хранящейся культуры (рисунок 1). Так, минимальное количество видов вредителей запасов встречалось при хранении ржи (3), максимальное – ячменя (10). При хранении тритикале встречалось 5 видов, пшеницы – 7, овса – 9.

Для определения биоразнообразия в ограниченных сообществах (когда точно известно число составляющих его видов и особей) во времени и пространстве, куда и относятся техноценозы складских помещений, в энтомологии пользуются показателем видовое богатство. Нами изучалось видовое богатство в техноценозах зернохранилищ при хранении урожая зерна 2018–2019 гг. (рисунок 2).

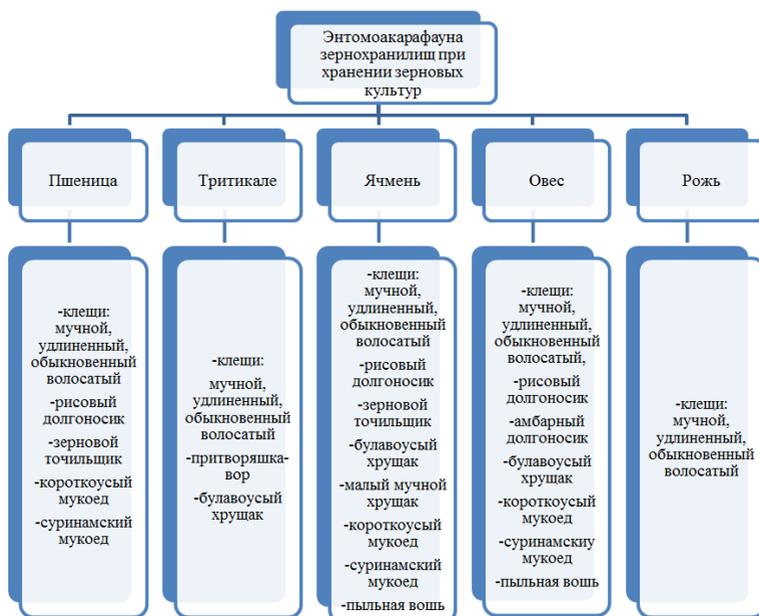


Рисунок 1 – Вредители запасов, обитающие при хранении различных видов зерновых культур (семенные и фуражные зернохранилища, по данным маршрутных обследований, 2019–2020 гг.)

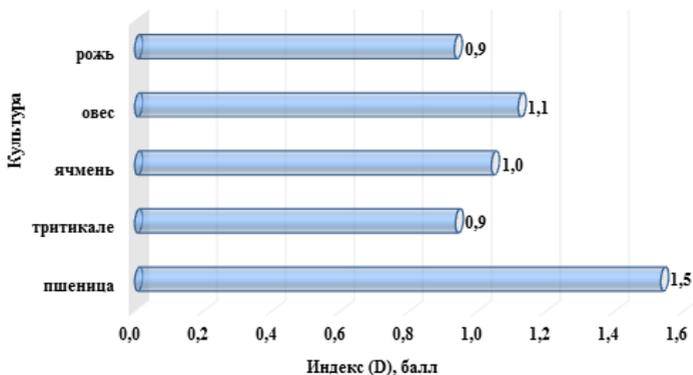


Рисунок 2 – Видовое богатство в техноценозах зернохранилищ при хранении зерна различных видов сельскохозяйственных культур (семенные и фуражные зернохранилища, по данным маршрутных обследований, 2019–2020 гг.)

Индекс видового богатства (D) рассчитан с учетом соотношения числа выявленных видов к общему числу особей всех видов. Установлено, что наибольшее его значение отмечалось при хранении пшеницы (1,53 балла), затем в порядке убывания культуры представлены следующим образом: овес (1,12 балла), ячмень (1,04), тритикале (0,94) и рожь (0,93 балла).

Определяя плотность членистоногих, нами выявлено, что при хранении всех видов зерновых культур максимальные показатели были характерны для отряда Акариформных клещей (мучной, удлинённый и обыкновенный волосатый) (таблица 2). При этом, в пробах ячменя и овса встречалось высокое количество клещей, соответственно, 223,9 и 210,6 ос./кг; в пробах тритикале, ржи и пшеницы – в несколько раз меньше – 15,0, 8,3 и 5,5 ос./кг, соответственно. Можно сделать вывод, что клещи встречались независимо от хранящейся культуры и развитие их, возможно, связано с условиями хранения продукции под влиянием такого биотического фактора, как влажность. Данные, полученные нами, подтверждают выводы, описанные в работах И. А. Козича (2014) [12] и Г.А. Закладного (2006) [5], которые указывают на то, что в случаях хранения зерна повышенной влажности наблюдается высокая вероятность заражения клещами, сеноедами и бархатистым грибоедом.

Несколько другая ситуация наблюдалась при распространении жесткокрылых насекомых (таблица 2). Встречаемость и плотность вредителей изменялась при питании различными хранящимися видами злаков. Установлено, что наибольшая их плотность отмечалась в

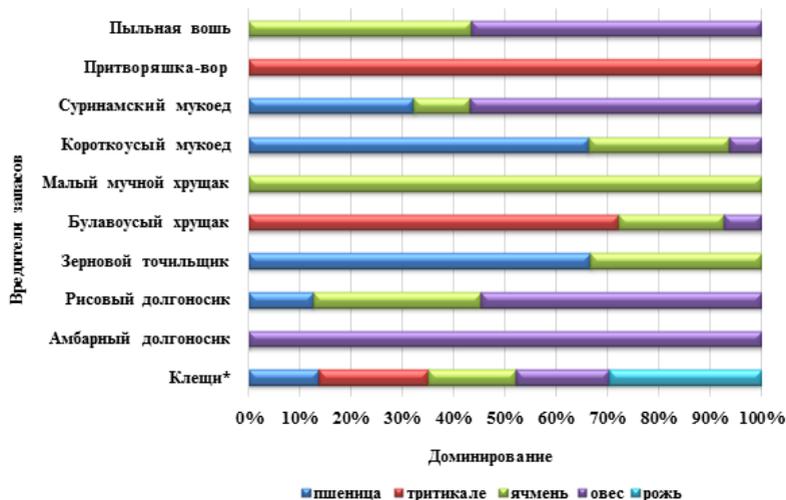
зерновой массе ячменя (157,5 ос./кг) и овса (133,6 ос./кг). Из первичных вредителей, которые образуют скрытую форму заражения зерна, встречались амбарный и рисовый долгоносики, причем амбарный из всех изучаемых видов культур питался только зерном овса (36,1 ос./кг). Рисовый долгоносик предпочитал не только овес (63,0 ос./кг), но также ячмень (41,8 ос./кг) и пшеницу (0,5 ос./кг). Зерновой точильщик развивался в хранящемся зерне ячменя и пшеницы с плотностью 56,0 и 3,5 ос./кг соответственно.

Таблица 2 – Плотность (обилие) вредителей запасов, сформировавшаяся в хранящемся зерне различных культур (семенные и фуражные зернохранилища, по данным маршрутных обследований, 2019–2020 гг.)

Отряд	Вид вредителя	Плотность (V) вредителей запасов (ос./кг) в пробах зерновых культур				
		пшеница	тритикале	ячмень	овес	рожь
Акари-формные клещи	Клещи (мучной, удлиненный, обыкновенный волосатый)	5,5	15,0	223,9	210,6	8,3
Жесткокрылые насекомые	Амбарный долгоносик	0	0	0	36,1	0
	Рисовый долгоносик	0,5	0	41,8	63,0	0
	Зерновой точильщик	3,5	0	56,0	0	0
	Булавоусый хрущак	0	2,0	10,4	3,3	0
	Малый мучной хрущак	0	0	17,4	0	0
	Короткоусый мукоед	2,0	0	26,5	5,6	0
	Суринамский мукоед	0,5	0	5,4	25,6	0
	Притворяшка-вор	0	4,0	0	0	0
	Всего	6,5	6,0	157,5	133,6	0
Сеноеды	Пыльная вошь	0	0	2,8	3,3	0

Вторичные вредители, развивающиеся в межзерновом пространстве, такие, как булавоусый и малый мучной хрущаки, предпочитали ячмень, количество их составляло соответственно 10,4 и 17,4 ос./кг зерна. Короткоусый и суринамский мукоеды отдавали предпочтение трем культурам – овсу, ячменю и пшенице из пяти изучаемых. Притворяшка-вор встречался в зерновой массе тритикале с плотностью 4,0 ос./кг. Насекомое из отряда Сеноеды – пыльная вошь развивалась в насыпях ячменя (2,8 ос./кг) и овса (3,3 ос./кг).

В ходе исследований нами был проведен анализ структуры доминирования вредителей при питании хранящимися культурами (рисунок 3).



Примечание – *Клещи – мучной, удлиненный, обыкновенный волосатый

Рисунок 3 – Структура доминирования энтомоакарафауны зернохранилищ с учетом пищевых предпочтений (семенные и фуражные зернохранилища, по данным маршрутных обследований, 2019–2020 гг.)

Установлено, что при хранении семенной и фуражной сельскохозяйственной продукции различных культур доля клещей в пробах пшеницы составляла 45,8 %, ячменя – 58,3, овса – 60,6, тритикале – 71,4, ржи – 100 %. В то время как на долю насекомых пришлось соответственно вышеперечисленным культурам 54,2 %, 41,7, 39,4, 28,6 %.

На основании рассчитанного индекса доминирования нами дана характеристика встречающихся видов в зерновой продукции (рисунок 4). Так, клещи являлись эвдоминирующими (E) независимо от того, на какой культуре они развивались. Что касается жесткокрылых насекомых, то разные виды вредителей предпочитали различный корм. Так, доминирующими (D) видами при хранении пшеницы значились зерновой точильщик (индекс доминирования 29,2 %) и короткоусый мукоед (16,7 %), тритикале – притворяшка вор (19,0 %), ячменя – зерновой точильщик (14,6 %), овса – рисовый долгоносик (18,1 %).

К субдоминирующим видам (SD) относились как первичные, так и вторичные по образу жизни вредители. Первичные – рисовый и амбарный долгоносики развивались при питании зерном ячменя, пшеницы и овса соответственно. Вторичные – короткоусый и суринамский мукоеды отдавали предпочтение ячменю, пшенице и овсу; малый мучной

и булавоусый хрущак – ячменю и тритикале соответственно. Рецедентные (R) и субрецедентные (SR) виды были определены только для ячменя и овса.

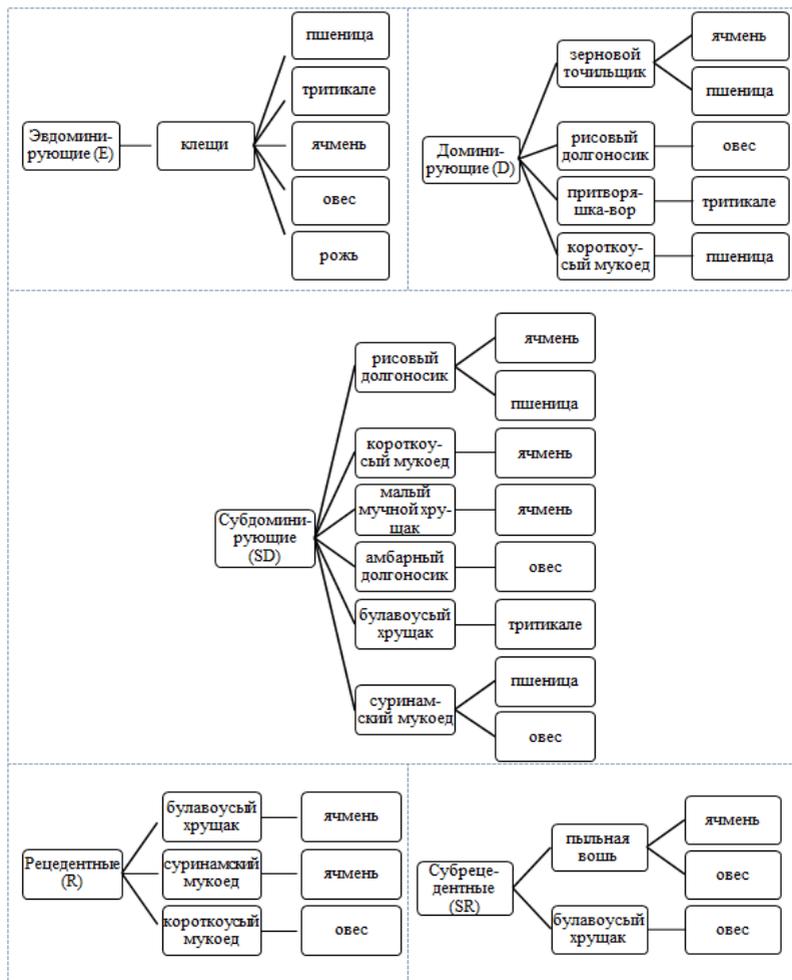


Рисунок 4 – Характеристика доминантности видов вредителей запасов в зависимости от их пищевых предпочтений (семенные и фуражные зернохранилища, по данным маршрутных обследований, 2019–2020 гг.)

Полученные нами данные по влиянию вида сельскохозяйственной продукции на формирование энтомоакарафауны могут быть использованы для прогноза развития членистоногих и планирования защитных

мероприятий в складских помещениях, поскольку, зная приуроченность вида вредителя к определенному корму, мы можем регулировать и чередовать размещение сельскохозяйственной продукции в складских помещениях в период ее хранения.

Заключение. Установлено, что на формирование энтомоакарауны зернохранилищ оказывает влияние такой экологический фактор, как пища. При оценке индекса видового богатства выявлен максимальный показатель для пшеницы – 1,53 балла, минимальный для ржи – 0,93 балла.

Впервые рассчитана плотность (обилие) каждого вида вредителя, сформировавшаяся в техноценозах с учетом кормовых предпочтений. Плотность Акариформных клещей колебалась от 5,5 до 223,9 ос./кг в зависимости от хранящейся культуры. Характеристика структуры доминирования (58,3–100 %) показала, что клещи являлись эвдоминирующими при хранении всех изучаемых культур – пшеницы, тритикале, ячменя, овса, ржи. Данный факт можно объяснить тем, что на развитие членистоногих оказывало влияние и условия хранения продукции, в том числе увеличение влажности зерна.

Из отряда Жесткокрылые доминирующими (D) видами при хранении пшеницы значились зерновой точильщик (29,2 %) и короткоусый мукоед (16,7 %), тритикале – притворяшка вор (19,0 %), ячменя – зерновой точильщик (14,6 %), овса – рисовый долгоносик (18,1 %). Насекомые из отряда Сеноеды характеризовались как субрецидентные только для ячменя (0,7 %) и овса (1,0 %).

Таким образом, на основании полученных данных о пищевых предпочтениях вредителей запасов необходимо осуществлять прогноз видового разнообразия для хранящихся культур с целью разработки тактики и планирования как профилактических, так и химических защитных мероприятий в складских помещениях. Для снижения зараженности зерна вредителями запасов обязательными приемами являются уборка, очистка незагруженных помещений, оборот в складах различных видов сельскохозяйственной продукции, защита зерна с учетом образа жизни насекомых (первичные и вторичные).

Список литературы

1. Бондаренко, И. В. Вредители зерна колосовых культур в период сохранения / И. В. Бондаренко, Н. П. Секун, О. Г. Власова // Захист і карантин рослин. – 2016. – Вип. 62. – С. 64–71.
2. Бречко, Е. В. Справочник вредителей запасов / Е. В. Бречко, И. А. Козич, Е. О. Стефаненкова, Л.И. Трепашко ; под ред. Е. В. Бречко, Л. И. Трепашко ; рец. Е. А. Якимович; РУП «Ин-т защиты растений», Лаборатория энтомологии. – Минск : Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2021. – 40 с.
3. Бречко, Е. В. Видовой состав и структура доминирования членистоногих в зернохранилищах Беларуси / Е. В. Бречко, Л. И. Трепашко, К. А. Будилович // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сб. статей III Междунар.

науч.-практ. конф., посвящ. памяти В. А. Цинкевича, 19-21 ноября 2019 г., Минск / отв. ред. : А. В. Дерунков [и др.]. – Минск, 2019. – С. 73-80.

4. Душенков, В. М. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных: учеб. пособие / В. М. Душенков, К. В. Макаров. – М., 2000. – С. 243–249.

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. Вредители хлебных запасов и меры борьбы с ними / Г. А. Закладной, В. Ф. Ратанова. – М.: Колос, 1973. – 178 с.

7. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей / Г. А. Закладной. – М.: Колос, 1983. – 60 с.

8. Закладной, Г. А. Прожорливость на зерне основных насекомых – вредителей запасов / Г. А. Закладной // Энтомологическое обозрение. – 2016. – № 1. – С. 19–22.

9. Зерно. Методы определения зараженности вредителями: ГОСТ 13586.6 – 93. – Взамен ГОСТ 13586.4-93; введ. 02.06.1994. – Минск: Госстандарт, 2010. – 8 с.

10. 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.

11. Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями: ГОСТ 34165-2017. – М.: Стандартиформ, 2018. – 12 с.

12. Козич, И. А. Обоснование мероприятий по защите зерна и продуктов его переработки от амбарных вредителей : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / И. А. Козич; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, 2014. – 23 с.

13. Методичні рекомендації з виявлення, обліку шкідливих комах ікліщів та заходи захисту зернових запасів / Б. О. Терещенко [та ін.]. – К.: Інститут зернового господарства УААН, 2007. – 37 с.

14. Пименов, С. В. Видовое разнообразие насекомых – обитателей зернохранилищ Ставропольского края / С. В. Пименов // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 8–10 сент. 2015 г.) / НАН Беларуси, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»; редкол.: О. И. Бородин, В. А. Цинкевич. – Минск, 2015. – С. 216–221.

15. Пименов, С. В. Влияние пищевого субстрата и температуры на развитие булавового мучного хрущака и суринамского мукоеда / С. В. Пименов // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти А. М. Терешкина (1953–2020), Минск, 1–3 дек. 2021 г. / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», РУП «Ин-т защиты растений НАН Беларуси»; редкол.: О. В. Прищепчик, Е. В. Маковецкая (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 267–273.

16. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения заселенности вредителями: ГОСТ 12045-97. – Взамен ГОСТ 12045-81, ГОСТ 22617.5-77; введ. РФ 01.07.1998. – М.: Стандартиформ, 2011. – 6 с.

17. Соколов, Е. А. Вредители запасов, их карантинное значение и меры борьбы / Е. А. Соколов ; под общ. ред. М. И. Маслова. – Оренбург: Печатный дом «Ди-мур», 2004. – 104 с.

18. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для биол. специальностей ун-тов / К. К. Фасулати. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1971. – 424 с.

19. Ченикалова, Е. В. Пищевая адаптация и физиологическое состояние жуков - вредителей зернопродуктов / Е. В. Ченикалова, С. В. Пименов // Защита и карантин растений. – 2014. – № 7. – С. 41–43.

20. Abushama, F. T. Food preference and development of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst), a major pest of stored grain in Kuwait / F. T. Abushama, J. Al-Jeraiwi // J. Univ. Kuwait (Sci.). – 1987. – № 14. – P. 161–172.

21. Engelmann, H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H. D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18. – S. 378–380.

22. Feeding preferences and progeny production of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius 1792) (Coleoptera: Bostrichidae) in small grains / V. Perišić [et al.] // *Biologica Nyssana*. – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 55–61.

23. Huda, N. Food preference of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) to different types of plant products / N. Huda, N. Amni Mohamed // *Malaysian Journal of Halal Research*. – 2019. – Vol. 2, № 2. – P. 53–57.

24. Kłyś, M. Nutritional preferences of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera, Bostrichidae) under conditions of free choice of food / M. Kłyś // *Journal of Plant Protection Research*. – 2006. – Vol. 46, № 4. – P. 359–367.

25. Reichmuth, C. Stored product pests in grain / C. Reichmuth, M. Schöller, C. Ulrichs. – Bonn: AgroConcept, 2007. – 172 p.

26. Sheeba, T. Feeding preference and reproductive fitness of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) in a choice-based feed paradigm / T. Sheeba, M. R. Bai // *Indian Journal of Science and Technology*. – 2021. – Vol. 14, № 10. – P. 850–857.

E.V. Brechko

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

FORMATION OF ENTOMOACARFAUNA STRUCTURE OF GRANARIES TAKING INTO ACCOUNT FOOD PREFERENCE

Annotation. In the article a special attention is concentrated on the results of the research on the formation of entomoacarafauna of granaries of Belarus, taking into account the ecological (food) factor. For the first time, the species richness was analyzed, taking into account the ratio of the number of stock pest species and their number in warehouses where grain of wheat, barley, triticale, oats, and rye is stored. A comparison of species richness indices is shown: for wheat, the maximum value is set (1,53 points), for rye - the minimum one (0,93 points). For the first time, the density (abundance) of each pest species formed in technocenoses was calculated taking into account fodder preferences. The regularity of formation of the dominance structure of pests in granaries under the influence of their food preferences was observed. Acariformes were found regardless of the stored crop and were eudominant (58,3–100 %). The dominant species from Coleoptera were lesser grain borer (29,2 %) and grain beetle (16,7 %) for stored wheat, white marked spider beetle (19,0 %) for stored triticale, lesser grain borer (14,6 %) for stored barley and rice weevil (18,1 %) for stored oats. The Copeognata was characterized as subprecedent only for barley (0,7 %) and oats (1,0 %). The identified trends must be taken into account when taking protective actions in warehouses.

Key words: entomoacarafauna, wheat, triticale, barley, oats, rye, food preference, species richness, density, dominance structure.

А.В. Быковская, С.В. Бойко

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

О ВРЕДИТЕЛЯХ ПРОСЯНЫХ КУЛЬТУР (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Дата поступления статьи в редакцию: 18.04.2022

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

Аннотация. В статье приведен анализ зарубежных, российских и отечественных публикаций о вредителях просяных культур на протяжении их вегетации. В мире доминируют вредители из различных семейств и отрядов, которые повреждают просяные культуры на протяжении всего периода их развития – всходы, вегетативные (листья и стебли) и генеративные органы. Установлено, что в Беларуси наиболее опасным фитофагом проса обыкновенного и африканского является стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), поврежденность которым в 2021 г. в фазе молочно-восковой спелости культур составила 87,5–90,0 % и 15,0–34,0 % соответственно.

Ключевые слова: просо обыкновенное, просо африканское, многолетние вредители, стеблевой кукурузный мотылек, просяной комарик, распространение, вредоносность.

В мире ежегодно посевные площади под просяными культурами составляют 33 млн га, причем наиболее распространено просо африканское (*Pennisetum glaucum* L.), которое занимает 85 % всех посевов или 28 млн га, затем следует просо итальянское (*Foxtail millet* L.) (4,5 %) – 1,5 млн га, обыкновенное (*Proso millet* L.) (3,0 %) – 1 млн га, японское (пайза) (*Barnyard millet* Braun) (1,5 %) – 0,5 млн га и около 2 млн га (6,0 %) приходится на остальные виды просяных культур [5].

Востребованность просяных культур объясняется широким спектром их применения – от производства пшена и продуктов его переработки до сена, зеленого корма, травяной муки и других видов кормов для птиц, свиней и крупного рогатого скота [7, 8].

В Беларуси традиционной крупяной и кормовой культурой является просо обыкновенное, возделываемое преимущественно для производства крупы, сена и зеленого корма. В 2021 г. посевная площадь проса обыкновенного составила 8,0 тыс. га, при средней урожайности 20,5 ц/га. Основное преимущество *Proso millet* по сравнению с другими кормовыми культурами заключается в том, что его растения хорошо переносят дефицит влаги в период вегетации (для обеспечения стабильной урожайности достаточно 350–400 мм осадков в год) [6, 8, 40, 45].

Также заслуживает внимания сравнительно новая и малораспространенная в республике культура – просо африканское. Урожайность ее зеленой массы достигает 250–600 ц/га, зерна – 20–23 ц/га. К преимуществам возделывания *Pennisetum glaucum* относят быстрое отрастание вегетативной массы в условиях недостатка почвенной влаги, что позволяет использовать его как многоукосную культуру. Также в связи с особенностями строения метёлки (её структура очень плотная, прочно удерживающая зерновки, которые на 2/3 покрыты цветочными пленками) созревшее зерно не осыпается, что уменьшает его потери при уборке культуры [12, 16].

Вместе с расширением посевных площадей просяных культур отмечается адаптация различных вредителей, ранее специализировавшихся на питании другими культурами. Согласно зарубежным и отечественным публикациям, в мире просяные культуры повреждаются около 458 видами насекомых, которые зачастую являются многоядными фитофагами, характерными для многих культур сем. Poaceae и Fabaceae [43].

Основными регионами возделывания просяных культур являются области с засушливым климатом с повышенными температурами воздуха в период вегетации – Азия, Африка, Америка, Европа. На Индийском субконтиненте, в странах Африки к югу от Сахары и в Китае основной зернокармальной культурой является просо африканское. Мировое годовое производство проса оценивается в 28,4 млн тонн, из которых Индия производит 10,3 млн т и 8,3 млн тонн – Африка, исходя из чего наибольшее разнообразие видов насекомых наблюдается в данных регионах. Согласно литературным данным, в результате повреждения растений вредителями в Индии теряется 10,0–20,0 % урожая проса и 50,0 % – в Гане [22, 35].

Эволюционно периоды вредоносности насекомых-фитофагов приурочены к определенным стадиям развития кормового растения, исходя из чего выделены следующие группы вредных объектов: почвообитающих, вредителей всходов, вегетативных (листьев и стеблей) и генеративных органов.

Почвообитающие вредители просяных культур. Согласно публикациям R. T. Gahukar (1989) в Индии среди данной группы насекомых важное значение имеют хрущи (отр. Coleoptera: сем. Scarabaeidae) [23]. В Индии наиболее распространенным представителем данного семейства является *Holotrichia consanguinea* Blanch. Личинки хрущей питаются корнями проса, вызывая увядание и гибель всходов, вследствие чего появляются очаги с выпавшими растениями. Особенно серьезный ущерб данные фитофаги наносят в засушливых и полузасушливых регионах. В отдельные годы отмечается повреждение корней просяных культур термитами (отр. Blattoptera: сем. Isoptera) и гусеницами совков (отр. Lepidoptera: сем. Noctuidae) [22].

В России широко распространенными почвообитающими вредителями являются проволочники (личинки шелкоунов) (отр. Coleoptera: сем. Elateridae), личинки хрущей и хлебных жуков (отр. Coleoptera: сем. Scarabaeidae) [10, 14]. Однако, в среднем, ущерб, наносимый ими незначителен, к примеру, личинками шелкоунов обычно повреждается не более 1,0 % растений проса [11].

Вредители всходов проса. Согласно данным А. Р. Kalaisekar (2017), С. Nigus (2018) в Индии и странах Африки всходы проса обыкновенного и африканского повреждают жуки из сем. Листоеды (отр. Coleoptera: сем. Chrysomelidae), серые долгоносики (отр. Coleoptera: сем. Curculionidae), но наиболее значимыми фитофагами являются стеблевые мухи (отр. Diptera: сем. Muscidae) [27, 33]. Личинки стеблевых мух повреждают точку роста, что приводит к увяданию, пожелтению и гибели всходов. V. S. Natarajan (1973) сообщает, что потери урожая проса африканского из-за данных фитофагов составляют 20,0–50,0 %, проса обыкновенного – 36,0 %; проса мелкого – 39,0 % [32]. В Индии наиболее распространенным видом стеблевых мух в посевах проса африканского является *Atherigona auximata* Malloch (отр. Diptera: сем. Muscidae), суматранского и обыкновенного – *A. pulla* Wiede [42]. В Эфиопии в видовом составе стеблевых мух доминирует *A. hyalinipennis* Emden (отр. Diptera: сем. Muscidae) и наносит ущерб как на стадии проростков, так и метелки, что приводит к потерям урожая 9,0–20,0 % [18, 30, 38].

По данным В. М. Favetti (2013), в Бразилии (юго-запад штата Мату-Гросу) на всходах проса питаются следующие чешуекрылые вредители: *Mocis latipes* Guenee и *Spodoptera frugiperda* Smith (отр. Lepidoptera: сем. Noctuidae). Они повреждают гипокотиль проростков, из-за чего растения вянут и погибают, снижается густота посева и урожай. Данные фитофаги также питаются на растениях сои и хлопка, посеянных после проса. Ученые М. F. Soria (2011), G. L. Tonet (2000) отмечают, что несмотря на невысокую численность *Mythimna sequax* Franclemont, при благоприятных условиях, повреждения, наносимые гусеницами, могут привести к гибели растений проса [37, 44, 46].

В российских публикациях сообщается о незначительных повреждениях всходов проса обыкновенного личинками шведских мух (отр. Diptera: сем. Chloropidae) и стеблевыми блошками (отр. Coleoptera: Chrysomelidae) [11]. Из чешуекрылых вредителей отмечают южную стеблевую совку (*Oria musculosa* Hbn.), гусеницы которой прогрызают отверстия у основания стеблей и протачивают в них продольные ходы. Поврежденные растения желтеют и усыхают, что приводит к изреживанию посевов [10].

Вредители вегетативных органов (листьев и стеблей). В настоящее время кузнечики (отр. Orthoptera: сем. Tettigoniidae, Acrididae)

являются одними из основных вредителей проса, при этом вспышки их массового развития регулярно отмечаются в засушливых и полужасушливых районах Африки. Питание нимф и взрослых особей двух распространенных видов *Kraussaria angulifera* Krauss и *Oedaleus senegalensis* Krauss, по данным L. B. Coop (1993), приводит к потере урожая проса африканского на 56,0 %, по информации I. H. Maiga (2008) – на 90,0 % [20, 29]. J. Passerini (1991) отмечает, что в Мали бал повреждений листьев проса африканского *K. angulifera* колебался от 2,07 до 3,18 (по шкале от 1 до 5, где 1 – отсутствие повреждений и 5 – сильный ущерб), достигая максимальных значений при подсевах бобовых трав [36].

Чешуекрылые вредители (отр. Lepidoptera) представляют самую разнообразную в видовом отношении группу насекомых, питающихся просяными культурами. По данным В. М. Favetti (2013), в Бразилии (юго-запад штата Мату-Гросу) на посевах проса выявлено 175 видов чешуекрылых. Однако, наиболее распространенными являлись представители сем. Noctuidae: *Mocis latipes* Guenee, *Spodoptera frugiperda* Smith, *Helicoverpa* sp., *Mythimna sequax* Franclemont, *Helicoverpa zea* Boddie, *Leucania latiuscula* Herrich-Schäffer и один вид сем. Hesperidae – *Urbanus proteus* L. [37].

В последние годы на Американском континенте наблюдается расширение границ ареала хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) и спектра ее кормовых растений, в которые входят и просяные культуры (В. М. Favetti, 2013 г.) [37]. Согласно исследователям О. Р. Singh (1982), R. P. Juneja (2015) гусеницы *H. armigera* повреждают растения на протяжении цветения, молочной и полной спелости зерна проса. При этом из-за неравномерности развития вредителя – на одной и той же метелке могут питаться одновременно гусеницы разных возрастов [26, 31, 34].

В Индии и Африке растения проса ежегодно повреждают насекомые сем. Медведицы (Arctiidae), Листовертки (Pyralidae), Совки (Noctuidae) и Волнянки (Lymantriidae). Их питание приводит к частичной или полной дефолиации растений, что замедляет или останавливает их рост и развитие. Большинство из данных вредителей спорадически появляются на посевах проса, однако при благоприятных условиях они могут нанести существенный ущерб [22, 35].

На Индийском субконтиненте, в материковом Китае и Тайване просяные культуры повреждаются гусеницами *Chilo partellus* Swinhoe и *Saluria inficita* Wlk. (сем. Pyralidae), *Sesamia inferens* Wlk. (сем. Noctuidae) [27]. В Африке среди чешуекрылых вредителей проса африканского широко распространены представители сем. Pyralidae: *Acigona* (= *Coniesta* или *Hambachia*) *ignefusalis* Hampson, *Eldana sacchiana* Wlk; сем. Noctuidae: *Sesamia calamistis* Hampson, *Busseola fusca* Fuller [35].

Автор В. М. Векоуе (2015) отмечает, что в Сенегале *A. ignefusalis* является основным чешуекрылым вредителем проса африканского, в то время как *S. calamistis* и *E. saccharina* – доминирующими видами в Кот-д’Ивуаре [16]. В последние годы ученые сообщают об изменениях в составе популяций чешуекрылых в Сенегале. Так, *S. calamistis* становится доминантным видом (31,0–72,0 % от общей численности популяции), за ним следует *A. ignefusalis* (16,0–53,0 %) [22, 24].

В публикациях М. Р. Goudiaby (2018) отмечено расширение ареала *B. fusca* в Восточной Африке. Гусеницы данного фитофага опасны тем, что повреждают растения проса африканского продолжительное время – со стадии всходов до полного созревания зерна. Гусеницы младших возрастов питаются в еще не развернувшихся листьях, в которых выгрызают небольшие окошки, позже – внедряются в стебли, при этом образуя заполненные экскрементами полости и ходы. Визуальным симптомом повреждения растения гусеницами *B. fusca* является увядание центрального побега или точки роста, вследствие чего образуются дополнительные побеги. Впоследствии них развиваются метелки с пустозерностью, что в итоге приводит к существенному недобору урожая проса африканского [19, 24].

Согласно Н. Halilou (2018) *Coniesta ignefusalis* Hampson (сем. Crambidae) также наносит большой ущерб посевам проса африканского. К примеру, в Буркина-Фасо потери урожая достигают 20,9 %, в Нигере – 8,0–41,0 % [25].

Основным вредителем дагуссы или проса пальчатого (*Eleusine coracana* L.) в южных штатах Индии является *Sesamia inferens* Walker, однако может повреждать просо африканское и обыкновенное. После отрождения гусеницы внедряются в стебель, где при питании образуют S-образные туннели, заполненные экскрементами. Заселение фитофагом после выметывания проса приводит к белозерности [41].

В России среди чешуекрылых вредителей проса обыкновенного выделяют стеблевого кукурузного мотылька (сем. Crambidae: *Ostrinia nubilalis* Hbn.) [7]. При депрессивном развитии фитофага гусеницы повреждают не более 5,0 % стеблей проса, однако при благоприятных условиях этот показатель увеличивается до 10,0–15,0 %. Особенно опасно повреждение стебля в фазах стеблевания, выбрасывания метелки и цветения, что приводит к преждевременному усыханию метелки, сломам стеблей и снижению урожайности [14].

К сосущим вредителям на посевах просяных культур относят цикадок (отр. Hemiptera: сем. Cicadellidae), трипсов (отр. Thysanoptera: сем. Thripidae), тлей (отр. Hemiptera: сем. Aphididae), клопов-слепняков (отр. Hemiptera: сем. Miridae), паутиных клещей (отр. Trombidiformes: сем. Tetranychidae) [23]. Как правило, в Индии данные фитофаги считаются второстепенными, за исключением

Schizaphis graminum Rond. (отр. Hemiptera: сем. Aphididae) и *Blissus leucopterus* Say (отр. Hemiptera: сем. Blissidae), распространенного также на юго-западе, среднем западе, среднем юге и востоке США [22]. Их личинки, нимфы и взрослые особи высасывают сок из молодых листьев проса, вызывая пожелтение и деформацию листьев, а также увядание и гибель растений. Поврежденные растения дают некондиционное (сморщенное, пленчатое) зерно. При заселении тлями в более поздний период ущерб для растений уменьшается. Согласно исследованиям ученого N.Y. Akhtar (2012) вид *S. graminum* несмотря на второстепенный статус в Пакистане, при высокой численности вызывает высокие потери урожая проса африканского [39].

По данным А.Б. Лаптиева (2012) среди представителей сем. Cicadellidae на посевах проса обыкновенного в России обычно доминируют *Psammotettix striatus* L. и сем. Delphacidae – *Javesella pellucida* F., питающихся злаковой растительностью. Наибольшая их численность приходится на фазы цветение, налив и начало созревания зерна [11].

На просе встречается несколько видов трипсов, из которых наиболее вредоносны пустоцветный (*Haplothrips aculeatus* F.), тонкоусый (*Frankliniella tenuicornis* Uzel), ржаной (*Limothrips denticornis* Hal.). По данным А.М. Шпанева (2004) на долю личинок пустоцветного трипса в фазу налива зерна приходится 78,8 %, ржаного – 21,2 %. Заселение посевов проса трипсами происходит преимущественно с соседних полей озимых культур, где численность вредителей к этому времени заметно снижается [14]. Личинки пустоцветного трипса высасывают сок из колосковых чешуек, цветочных пленок, тычинок и пестиков, что нарушает нормальное развитие завязи. Поврежденные части цветков буреют и засыхают, зерно не образуется. Отродившиеся личинки ржаного трипса высасывают сок из верхнего узла стебля, вызывая его утончение и потемнение, также наблюдается пустозерность и формирование щуплого зерна. Имаго и отродившиеся личинки тонкоусого трипса развиваются на поверхности листьев, высасывая из них сок, что отрицательно сказывается на продуктивности растений. Вредоносность трипсов усиливается при недостатке влаги в почве, в среднем потери урожая составляют 26,0–30,0 % [10].

Согласно анализу российских публикаций, численность тлей большой злаковой (*Sitobion avenae* F.) и обыкновенной злаковой (*Schizaphis graminum* Rond.) на посевах проса составляет 40 ос./м², при заселенности свыше 9,0 % стеблей [11]. По данным А. М. Шпанева (2004) на юго-востоке Центрально-черноземной зоны России в видовом составе афидокомплекса в период с 2000 по 2004 гг. доминировала большая злаковая тля – 94,5 % от всех обнаруженных особей, при 4,4 % особей обыкновенной злаковой тли и 1,1 % черемуховой тли. Первые самки-расселительницы встречались в фазу выхода в трубку. В фазу

стеблевания на листьях можно было обнаружить единичные экземпляры тлей и их небольшие колонии. Наибольшей численности вредитель достигал в фазе цветения проса. Основная масса тлей располагалась на средних листьях – 76,0 % тлей от общего числа. Реже тли встречались на флаговом и нижних листьях и почти отсутствовали на метелках [14].

В посевах проса обыкновенного также выявлены клопы травяной (*Lygus rugulipennis* Poppr.) и хлебный (*Trigonotylus ruficornis* Geoffr.), однако они наносят минимальный ущерб [10, 14].

Вредители генеративных органов. В Индии комплекс вредителей, повреждающих метелку во время цветения и созревания зерна, включает жуков-нарывников (отр. Coleoptera: сем. Meloidae), *Geromyia penniseti* Felt. (отр. Diptera: сем. Cecidomyiidae), *Sitodiplosis mosellana* Géhin (отр. Diptera: сем. Cecidomyiidae), клопов (отр. Hemiptera: сем. Miridae), трипсов и уховертков (отр. Dermaptera: сем. Forficulidae) [22].

Geromyia penniseti считается основным вредителем проса в саваннах Африки и ползасушливых районах Индии. Личинки фитофага питаются созревающим зерном, в результате чего наблюдаются существенные (до 90,0 %) потери урожая в Сенегале [22].

Сообщается, что в Западной Африке в посевах просяных культур выявлено 97 видов жуков-нарывников (отр. Coleoptera: сем. Meloidae) [23]. Их географическое распространение и экономическое значение в посевах африканского проса варьируются в зависимости от страны. Например, *Psalydolyta fusca* Olivier и *P. vestita* Duf. распространены от Сахеле, Сенегала до Чада, тогда как виды *Mylabris* spp. и *Coryna* spp. широко распространены в Нигерии [22, 28]. Имаго питаются цветками в метелках, пыльцой и рыльцами, что нарушает опыление и созревание зерна [47]. Исходя из чего в Гамбии потери урожая проса африканского из-за питания *P. fusca* могут составлять 4,0–48,0 %. По сообщению R.T. Gahukar (1989) спорадические вспышки развития фитофага в Мали уничтожили посевы проса африканского, вынудив фермеров полностью отказаться от выращивания данной культуры [21, 22, 47].

В России генеративные органы проса обыкновенного повреждают просяной комарик (отр. Diptera: *Stenodiplosis panici* Rohd.) и просяная жужелица (отр. Coleoptera: *Harpalus (Pseudoophonus) calceatus* Duft.) [14]. *S. panici* Rohd. на юго-востоке Центрально-черноземной зоны России развивается в трех поколениях. Основной вред наносит первое поколение, появляющееся в фазе выметывания проса. Личинки высасывают сок цветковых чешуек, пестиков и тычинок. В одном цветке проса может развиваться до 4 личинок. Повреждение комариком вызывает пустозерность, при этом потери зерна в отдельные годы достигают 30,0–40,0 % [11, 14].

Просяная жужелица (*Harpalus (Pseudoophonus) calceatus* Duft.) распространена в степных засушливых районах России. Вред наносит

имаго, которое питается зерном, выбивая его из метелок, также повреждает просо в валках. Вредителя привлекают сильно засоренные мышеем сизым посева [14].

До недавнего времени, в Беларуси не проводилось целенаправленных исследований по изучению энтомоценозов просяных культур. Однако, в отечественных публикациях встречается фрагментарная информация о наиболее распространенных вредителях – тлях, трипсах, просяном комарике [1, 9]. Вместе с тем в 2021 г. сотрудниками лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» на посевах проса обыкновенного и африканского в Минской и Гродненской областях был обнаружен опасный многоядный вредитель – стеблевой кукурузный мотылек.

Заселенность растений проса гусеницами стеблевого кукурузного мотылька определяли на 100 растениях (по 10 в 10 местах) по диагонали поля [2]. Результаты исследований статистически обработаны методами корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов с использованием программ Excel.

По данным фитосанитарного мониторинга посевов проса обыкновенного в Минской области, в фазе молочно-восковой спелости зерна (II декада августа) выявлено 87,5–90,0 % растений, поврежденных гусеницами третьего-четвертого возрастов *O. nubilalis* Hbn. После уборки культуры, во II декаде сентября, заселенность растений гусеницами вредителя составила от 10,3 % до 34,4 %, при этом большая часть гусениц была распределена в стеблях на высоте 16–27 см (рисунки 1, 2). Исходя из чего можно установить, что фитофаг не успел завершить своё развитие к этому времени и преимущественно находился в средней и верхней части стебля.



Рисунок 1 – Гусеницы стеблевого кукурузного мотылька в стеблях проса обыкновенного: слева – гусеница расположена в средней части стебля, справа – в прикорневой части (Минская область, 2021 г., фото авторов)



Рисунок 2 – Посев проса обыкновенного, поврежденный гусеницами стеблевого кукурузного мотылька (Минская область, 2021 г., фото авторов)

Согласно наблюдениям, проведенным в Гродненской области, в фазе молочно-восковой спелости (III декада августа) поврежденность проса африканского фитофагом колебалась от 15,0 до 34,0 %. В общей структуре повреждений также как и в Минской области преобладали сломы стеблей от 50,0 до 100 % (рисунок 3).



Рисунок 3 – Гусеница стеблевого кукурузного мотылька в посевах проса африканского (Гродненская область, 2021 г., фото авторов)

Из-за высокой опасности стеблевого кукурузного мотылька для просяных культур в республике большое значение имеет интегрированная система защитных мероприятий, включающая биологические, агротехнические и химические мероприятия.

В России природные популяции энтомопатогенных организмов (паразиты, хищники, возбудители заболеваний) приводят к гибели 90,0 % яиц *O. nubilalis*, и 70,0–90,0 % гусениц [3]. При целевых выпусках энтомофага *Trichogramma evanescens* Westw. (по 70–100 тыс. особей на 1 га) в начале откладки яиц и повторно через 10 дней плотность гусениц значительно снижается, обеспечивая биологическую эффективность на уровне 50,0–80,0 % [13].

Агротехнические мероприятия представляют особое значение, поскольку применение инсектицидов часто бывает затруднено в связи с особенностями биологии стеблевого кукурузного мотылька (растянутая откладка яиц и отрождение гусениц, которые преимущественно питаются внутри стеблей и метелок). Соблюдение севооборота и пространственная изоляция посевов проса от других кормовых культур вредителя (кукуруза, сорго), глубокая зяблевая вспашка с заделыванием пожнивных остатков растений приводят к сокращению мест резерваций и снижению плотности популяции вредителя в следующем вегетационном сезоне [15].

Проведение химических мероприятий против стеблевого кукурузного мотылька в посевах просяных культур осложнено тем, что экономический порог вредоносности (ЭПВ) *O. nubilalis* разработан только для кукурузы. Кроме того, в «Государственный реестр средств...» внесен только один инсектицид Рогор-С, КЭ (д.в. диметат, 400 г/л) для защиты проса обыкновенного от просяного комарика и тлей и соответственно отсутствуют препараты против стеблевого кукурузного мотылька [3].

Таким образом, несмотря на разнообразие энтомофауны просяных культур в мире, для агроклиматических условий Беларуси высокую актуальность представляет стеблевой кукурузный мотылек. В связи с чем, необходимо дальнейшее изучение вредоносности стеблевого мотылька в посевах проса для последующей разработки системы защитных мероприятий культуры.

Список литературы

1. Возделывание гречихи и проса на зерно: рекомендации / Р. М. Кадыров [и др.]. – Жодино, 2010. – 26 с.
2. Вредители кукурузы, мониторинг и мероприятия по ограничению их численности / Л. И. Трешашко [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт защиты растений». – Минск: Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2021. — 107 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 743 с.
4. Грушевая, И. В. Факторы многолетней динамики численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае в связи с разработкой мониторинга и прогноза размножения вредителя: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.05 / И. В. Грушевая; ВИЗР. – СПб-Пушкин, 2018. – 23 с.

5. Гуринович, С. О. Просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) - новая культура в земледелии центральной России / С. О. Гуринович, В. И. Зотиков, В. С. Сидоренко // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – № 2 (34). – С. 64–70.
6. Куделко, В. Н. Просо: сорта и основные элементы технологии возделывания // В. Н. Куделко, П. О. Кошевой // *Земледелие и защита растений: прилож. к жур. № 1*. – 2019. – С. 33–36.
7. Переверзин, В. Просо: качественный урожай с оптимальными затратами / В. Переверзин // *Аграрное обозрение*. – 2016. – № 4 (56). – С. 28–30.
8. Просо в Беларуси / Т. А. Анохина [и др.] // *Наше сельское хозяйство*. – 2016. – № 3. – С. 43–46.
9. Просо в Беларуси: монография / О. С. Корзун, Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров. – Гродно: ГГАУ, 2013. – 202 с.
10. Система мероприятий по защите проса и гречихи от вредителей, болезней и сорняков: метод. рекомендац. / под ред. И. А. Шкурпала. – М., 1987. – 42 с.
11. Технология защиты посевов проса и кукурузы от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧЗ / А. Б. Лаптев [и др.] // *ВИЗР, Воронежский НИИСХ им. В. В. Докучаева, ИЦЗР*. – СПб, 2012. – 27 с.
12. Урожайность африканского проса в зависимости от агротехнических мероприятий в сухостепной зоне Северного Казахстана / Н. К. Муханов [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 1 (25). – С. 98–102.
13. Фролов, А. Н. Кукурузный мотылек: система мероприятий и их эффективность / А. Н. Фролов // *Защита и карантин растений*. – 1997. – № 6. – С. 32–33.
14. Шпанев, А. М. Комплексная вредоносность вредителей, болезней и сорняков на просев в Каменной Степени (ЦЧП): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / А. М. Шпанев; *ВИЗР*. – СПб-Пушкин, – 2004. – 19 с.
15. Шпанев, А. М. Угроза посевам проса / А. М. Шпанев // *Защита и карантин растений*. – 2003. – № 6. – С. 40.
16. Шукис, Е. Р. Перспективная кормовая культура / Е. Р. Шукис, С. К. Шукис // *Главный агроном*. – 2018. – № 3. – С. 28–30.
17. Bekoye, B. M. Evaluation des pertes en grains de mil dues aux insects / B. M. Bekoye, A. Dadie // *Eur. Sci. J.* – 2015. – № 11. – P. 266–275.
18. Biradar, A. Management of shoot fly in major cereal crops / A. Biradar, S. Sajjan // *Int. J. Pure App. Biosci.* – 2018. – № 6. – P. 971–975.
19. *Busseola fusca* (Fuller, 1901) – African Maize Stalkborer // *BioNET-EAFRINET* [Electronic resource]. – Mode of access: [https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize_pests/key/maize_pests/Media/Html/Busseola_fusca_\(Fuller_1901\)_-_African_Maize_Stalkborer.htm](https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/maize_pests/key/maize_pests/Media/Html/Busseola_fusca_(Fuller_1901)_-_African_Maize_Stalkborer.htm). – Date of access: 15.03.2022.
20. Coop, L. B. Pearl millet injury by five grasshopper species (Orthoptera: Acrididae) in Mali / L. B. Coop, B. A. Craft // *J. Econ. Entomol.* – 1993. – № 86. – P. 891–898.
21. Gahuka, R. Insect pests of millets and their management: A review / R. Gahuka // *Tropical Pest Management*. – 1989. – № 35 (4). – P. 382–391.
22. Gahukar, R. Management of economically important insect pests of Millet / R. Gahukar, Reddy G. V. // *J. of Int. Pest Manag.* – 2019. – № 10 (1). – P. 1–10.
23. Gahukar, R. T. Insect pests of millets and their management: a review / R. T. Gahukar // *Int. J. Pest Manag.* – 1989. – № 35. – P. 382–391.
24. Goudiaby, M. P. Source of resistance in pearl millet varieties against stem borers and earhead miner / M. P. Goudiaby, I. Sarr, M. Sembene // *J. Entomol. Zool. Stud.* – 2018. – № 6. – P. 1702–1708.
25. Halilou, H. Le foreur des tiges (*Coniesta ignefusalis* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae)) du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.): revue de literature / H. Halilou, A. Kadri, I. Karimou // *IOSR J. Agric. Vet. Sci.* – 2018. – № 11. – P. 10–19.
26. *Helicoverpa armigera* [Electronic resource]. – Mode of access: <https://download.ceris.purdue.edu/file/3616/> – Date of access: 15.03.2022.

27. Insect pests of millets: systematics, bionomics and management / A.P. Kalaisekar [et al.] // Elsevier. – 2017. – 190 p.
28. Lale, N. E. Evaluation of host plant resistance, sowing date modification and intercropping as methods for the control of *Mylabris* and *Coryna* species (Coleoptera: Meloidae) infesting pearl millet in the Nigerian Sudan savanna / N. E. Lale, B. M. Sastawa // J. Arid Environ. – 2000. – № 46. – P. 263–280.
29. Maiga, I. H. Ecology and management of the Senegalese grasshopper *Oedaleus senegalensis* (Krauss 1877) (Orthoptera: Acrididae) in West Africa: review and prospects / I. H. Maiga, M. Lecoq, C. Kooyman // Ann. Soc. entomol. Fr. – 2008. – № 44. – P. 271–288.
30. Mideksa, A. Management of tef shoot fly, *Atherigona hyalinipennis* (Reg.) (Diptera: Muscidae) on tef at Ambo, West Showa of Ethiopia / A. Mideksa, M. Negeri, T. Shiberu // J. of Ent. and Nemat. – 2014. – № 6 (9). – P. 134–139.
31. Monitoring of ear head worm *Helicoverpa armigera* (Hubner) through sex pheromone in pearl millet crop / R. P. Juneja [et al.] // Int. J. of Plant Prot. – 2015. – 8 (2). – P. 245–249.
32. Natarajan, V. S. Assessment of loss in grain yield caused by shoot fly, *Atherigona destructor* M. (Anthomyiidae: Diptera) in certain varieties of Panivarugu, *Panicum miliaceum* / V. S. Natarajan, S. Selvaraj, A. Reghupathy // Scientific Culture. – 1974. – № 40. – P. 502–504.
33. Nigus, C. Identification of the tef shoot fly species from tef *Eragrostis tef* (Zucc.), Trotter growing areas of Ethiopia / C. Nigus, T. Damte // Afr. J. Insects. – 2018. – № 5. – P. 181–184.
34. Note on pearl millet as a new host for *Heliothis armigera* Hubner in Madhya / O. P. Singh [et al.] // Indian J. of Agric. Sci. – 1982. – № 52 (5). – P. 346–347.
35. Nwanze, K. F. Insect pests of pearl millet in West Africa / K. F. Nwanze, K. M. Harris // Rev. Agric. Entomol. – 1992. – № 80. – P. 1132–1185.
36. Passerini, J. Field and lab trials in Mali to determine the effects of neem extracts on the millet pests: *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera: Noctuidae), *Coniesta igneusalis* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) and *Kraussaria angulifera* Krauss (Orthoptera: Acrididae) / J. Passerini // Department of Entomology, McGill University: Montreal, Canada, 1991. – 230 p.
37. Pearl Millet: A Green Bridge for Lepidopteran Pests / B. M. Favetti [et al.] // J. Agric. Sci. – 2017. – Vol. 9, № 6. – P. 92–97.
38. Proso millet (Panivaragu) – *Panicum miliaceum* [Electronic resource] / AgriTech portal // Tamil Nadu Agricultural University. – Mode of access: https://agritech.tnau.ac.in/agriculture/minormillets_panivaragu.html. – Date of access: 16.03.2022.
39. Resistance in pearl millet germplasms to greenbug, *Schizaphis graminum* (Rondani) / N. Akhtar [et al.] // Pak. J. Agr. Res. – 2012. – № 25. – P. 228–232.
40. Sagar, G. K. Pearl millet / G. K. Sagar [et al.] // Just agriculture. Multidisciplinary E-Newsletter. – 2021. – Vol. 1, Iss. 10. – P. 1–3.
41. Sasmal, A. Management of pink stem borer (*Sesamia inferens* Walker) in finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn) / A. Sasmal // J. Entomol. Zool. Stud. – 2018. – № 6 (5). – P. 491–495.
42. Sathish, R. Incidence of shoot fly, *Atherigona pulla* (Wiedermann) on proso millet at different dates of sowing / R. Sathish, M. Manjunatha, K. Rajashekarappa // J. Entomol. Zool. Stud. – 2017. – № 5. – P. 2000–2004.
43. Sharma, H. C. Insect and other animal pests of millets / H. C. Sharma, J. Davies // ICRI-SAT, Patancheru. – 1988. – 167 p.
44. Soria, M. F. Artropodofauna associada a palhada em plantio direto / M. F. Soria, P. E. Degrande // Revista Brasileira Milho e Sorgo. – 2011. – № 10. – P. 96–107.
45. Sukanya, T. S. / Cropping system in millets [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/359081395_Cropping_system_in_millets. – Date of access: 24.03.2022.
46. Tonet, G. L. Estresses ocasionados por pragas / G. L. Tonet, D. N. Gassen, J. R. Salvadori // Estresses em soja in E. R. Bonato (Eds.). – 2000. – P. 201–253.
47. Zethner, O. The economic importance and control of adult blister beetle, *Psalydolytta fusca* Olivier (Coleoptera: Meloidae) / O. Zethner, A. A. Lawrence // Int. J. Pest Manag. – 1988. – № 34. – P. 407–412.

A.V. Bykovskaya, S.V. Boiko

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

ABOUT MILLET CROPS PESTS (LITERATURE REVIEW)

Annotation. The paper presents the analysis of foreign, Russian and national publications about pests of millet crops during their vegetation. Pests belonging to different families and orders dominate globally and damage millet crops during the whole period of their development: sprouts, vegetative (leaves and stalks) and generative organs. It's established that corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) is the most dangerous phytophage of common millet and African millet in Belarus. In 2021 the damage caused by corn borer to crops at the milk-dough stage was 87,5–90,0 % and 15,0–34,0 % respectively.

Key words: proso millet, pearl millet, polyphagous pests, European corn borer, millet fly, distribution, harmfulness.

А.В. Быковская, С.В. Бойко

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

ХЛОПКОВАЯ СОВКА: АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ И МОНИТОРИНГА В ПОСЕВАХ ЗЕРНОКОРМОВЫХ КУЛЬТУР СЕМ. *POACEAE* (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Дата поступления статьи в редакцию: 16.05.2022

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

Аннотация. Согласно литературным данным хлопковая совка является одним из наиболее опасных вредителей сельскохозяйственных культур, вызывающим потери урожая до 55,0–60,0 %. В статье проанализированы зарубежные, российские и отечественные публикации по распространению, биологии, вредоносности и мониторингу хлопковой совки – *Helicoverpa armigera* Hbn. Установлено, что в связи с широким распространением хлопковой совки в России, Польше, Украине и агроклиматическими условиями, оптимальными для развития вредителя в 1–2 поколениях, следует ожидать выявления *H. armigera* в Гомельской, Гродненской и Брестской областях Республики Беларусь.

Ключевые слова: хлопковая совка, распространение, биология, мониторинг, феромонные ловушки, вредоносность, кукуруза, сорго, просо африканское.

Введение. Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn., Lepidoptera: Noctuidae) – опасный полифаг сельскохозяйственных культур в мире. Многоядность, широкая амплитуда оптимальных температур и влажности, высокая плодовитость и факультативная диапауза обусловили распространение фитофага в различных экологических условиях [37].

По данным зарубежных и российских ученых, хлопковая совка имеет ареал, охватывающий тропические и субтропические регионы Африки, Азии, Американского континента (США, Бразилия), умеренные – Австралии и Океании. Европейские ученые отмечают высокую численность вредителя в Албании, Андорре, Австрии, Боснии и Герцеговине, Бельгии, Болгарии, Венгрии, Великобритании, Германии, Греции, Дании, Испании, Италии, Кипре, Латвии, Литве, Мальте, Македонии, Молдове, Нидерландах, Норвегии, Польше, Португалии, Румынии, России, Сербии, Словакии, Словении, Турции, Украине, Финляндии, Франции, Швейцарии, Швеции, Хорватии, Черногории, Чехии, Эстонии [15, 19, 37].

Вместе с тем известно, что *Helicoverpa armigera* как вид неоднороден и включает три подвида: *Helicoverpa armigera armigera* Hbn., обитающая в умеренных и тропических регионах Азии, Европы и Африки; *H. a. conferta* Walker, приуроченная к региону Австралии; *H. a. commoni* Hardwick – к острову Кантон в центральной части Тихого океана [30, 32, 45].

Морфологические особенности *Helicoverpa armigera*

Яйцо: свежее отложенное желтовато-белое, по мере развития эмбриона – зеленеющее, а перед отрождением гусеницы – темно-коричневое. Диаметр 0,4–0,6 мм, высота 0,4–0,5 мм. На поверхности яйца располагается 24 радиальных ребра (рисунок 1) [2, 23, 26].



Рисунок 1 – Яйцекладка хлопковой совки

Гусеница: окраска может значительно варьировать от зеленой до коричневой и черной. Только что отродившаяся гусеница полупрозрачная желтовато-белого цвета, затем, при последовательных линьках ее окраска темнеет. Голова, переднегрудной щиток, наданальный щиток и переднегрудные ноги от темно-коричневых до черных [31] (рисунок 2).

Длина гусеницы составляет до 42 мм, на спине продольно расположены три темные полосы, на поверхности тела находятся мелкие шипики, под дыхальцами сбоку – продольная желтая полоска. С брюшной стороны окраска тела светлая [2, 41].

Куколка: окраска от бурой до красновато-коричневой, на небольшом по размеру крематере расположено 2 изогнутых на вершине шипа. Длина куколки составляет 14–22 мм, ширина – 4,5–6,5 мм (рисунок 3) [2, 30].



Рисунок 2 – Гусеница хлопковой совки на листе кукурузы



Рисунок 3 – Куколка хлопковой совки

Имаго: размах крыльев бабочки составляет 30–40 мм, длина тела – 14–19 мм. Цвет варьируется – передние крылья у самца обычно желтовато-коричневые, у молодой особи отмечается серовато-зеленый или оливково-зеленый рисунок, иногда с розовыми отметинами, переходящим в светло-желтый или светло-коричневый у более взрослых [30]. Крылья самки более темные, обычно тускло-оранжево-коричневые, красновато-коричневые или кирпично-красные, со временем выцветающие до светло-оранжево-палевых или палевых (рисунок 4). На передних крыльях около центра имеются черные или темно-коричневые почковидные пятна. У обоих полов задние крылья кремово-белые или матово-желтые с широкой темно-коричневой или темно-серой полосой по внешнему краю. Идентификацию имаго *H. armigera* проводят по гениталиям [2, 24, 30, 31].



Рисунок 4 – Имаго хлопковой совки

Биология вредителя

Развитие и количество поколений *H. armigera* определяются продолжительностью фотопериода и гидротермическими условиями конкретной местности. Общеизвестно, что при повышении среднесуточной температуры воздуха продолжительность стадий вредителя сокращается [43]. По данным А. В. Кузьминского (2014) для развития полного поколения хлопковой совки требуется сумма эффективных температур (СЭТ) около 500 °С и, в среднем, период от яйца до имаго продолжается 4–6 недель [8, 29].

В субтропических и умеренных регионах хлопковая совка развивается в 2–5, а в оптимальных условиях – максимально в 11 поколениях [11, 17]. Российские ученые сообщают, что в юго-западных регионах (Воронежская область, Ставропольский край) у *H. armigera* две генерации. В годы, когда в течение окукливания фитофага среднесуточная температура воздуха превышает + 20 °С и наблюдается дефицит влаги (сумма осадков менее 10 мм) отмечается не только развитие третьего поколения, но и лет имаго четвертого [5, 6]. В Украине также отмечают три генерации вредителя, а в более северных климатических условиях Польши – лишь одно поколение [37]. Вместе с тем, следует отметить, что для *H. armigera* характерна неравномерность развития поколений, поэтому в некоторых случаях возникают трудности с определением количества ее полных генераций [44].

Для развития одного поколения хлопковой совки сумма эффективных температур в течение вегетационного периода должна составить 550 °С, при нижнем температурном пороге развития +11 °С [19]. С це-

лью оценки возможности акклиматизации хлопковой совки в условиях Беларуси был проведен расчёт следующих гидротермических показателей: суммы эффективных температур (СЭТ) и суммы осадков (таблица).

Исходя из анализа представленных данных можно предположить, что акклиматизация хлопковой совки и её развитие в одном поколении возможны во всех регионах республики, а в отдельные годы погодные условия благоприятны для формирования двух поколений в Брестской (2018, 2019 г.), Гомельской (2018 г.) и Гродненской (2018 г.) областях. Следовательно, необходимо проводить тщательный мониторинг для своевременного выявления *H. armigera* в посевах сельскохозяйственных культур республики.

Таблица – Гидротермические показатели в Беларуси с учетом требований хлопковой совки

Пункт наблюдений	Год									
	2017		2018		2019		2020		2021	
	СЭТ, °С	сумма осадков, мм	СЭТ, °С	сумма осадков, мм	СЭТ, °С	сумма осадков, мм	СЭТ, °С	сумма осадков, мм	СЭТ, °С	сумма осадков, мм
Витебск	687,6	310,0	955,0	368,0	770,3	458,0	787,6	347,3	914,5	239,7
Брест	950,2	351,0	1153,2	383,2	1202,1	335,4	1000,1	340,2	990,1	553,6
Минск	754,5	392,0	1083,1	372,0	758,3	384,0	531,4	275,9	782,3	311,9
Гомель	931,9	274,0	1235,6	382,0	1064,0	286,0	1060,0	336,4	989,9	432,6
Гродно	730,0	334,0	1098,4	250,0	895,7	258,0	847,1	215,0	876,7	529,0

Цикл развития хлопковой совки тесно связан с почвой, где на глубине 10–15 см зимуют куколки. При температуре воздуха от +15...+20 °С начинается вылет имаго. Обычно он наблюдается в период с мая по июнь, но высокую численность бабочек регистрируют на протяжении 10–15 суток после завершения окукливания [43, 47].

Через непродолжительное время после вылета бабочки начинают питаться нектаром цветущих растений. Взрослые особи активны в течение дня, но их наибольшая интенсивность лета наблюдается ночью, начиная с сумерек [31, 48]. Отмечается высокая миграционная способность вида – бабочки способны перемещаться на расстояние 10 км при обычных перелетах и от 600 до 1000 км (возможно до 2000 км) в период активного расселения. Миграция является важной эволюционной особенностью *H. armigera*, позволяющей насекомому в полной мере использовать разнообразную кормовую базу даже в регионах, которые могут быть непригодными для акклиматизации [22, 25, 46].

Спаривание обычно происходит на третьи или четвертые сутки после вылета, в ночное время [30]. Плодовитость вида достаточно высокая – одна самка откладывает от 3000 до 4400 яиц в лабораторных условиях, от 500 до 1000 яиц – в полевых [11, 17, 30, 43, 47].

Для откладывания яиц самки отдают предпочтение цветущим растениям, также опушенным (ворсистым) поверхностям, а не гладким [41, 48]. Согласно наблюдениям Ю. А. Фефеловой, А. Н. Фролова (2008), В. Н. Багринцевой, С. В. Кузнецовой (2018) в период цветения – созревания зерна кукурузы *H. armigera* в основном откладывает яйца на вегетативные органы растений (стебель, листья). При этом основное количество яиц (до 50,0 %) располагается на стеблях и влагалищах листьев, на верхней стороне листовых пластинок (16,0–18,0 %), на прилистниках (до 3,6 %). На пестичных нитях и обертках початков отмечается 2,3–7,1 % и 21,4–30,0 % от общего количества обнаруженных яйцекладок [1]. По мере созревания зерна более привлекательными для бабочек становятся обертки початка, заселенность которых яйцекладками в фазе восковой спелости достигает 40,0–41,7 % [16, 17].

Период от откладки яиц до отрождения гусениц в среднем продолжается 7–14 дней. Однако следует иметь в виду, что из-за неравномерности прохождения стадий развития вредителем, на растениях кукурузы могут одновременно питаться гусеницы разных возрастов [1, 17, 27, 28].

После отрождения гусеницы съедают всю оболочку яйца или ее часть, а затем переходят на питание листьями или цветками [30, 41]. Согласно исследованиям, проведенным М. Р. Zalucki (1986), Т. Kakimoto (2003) установлено, что при недостатке пищи для гусениц старших возрастов часто характерен каннибализм – они съедают гусениц младших возрастов, в результате чего на цветок или плод приходится одна особь [14, 40, 48].

Пищевые предпочтения хлопковой совки определяются преобладающей растительностью в период их развития. Так, в условиях умеренной полосы России гусеницы первого поколения обитают, главным образом, на сорных растениях, второго – на более питательном кормовом ресурсе: кукурузе, подсолнечнике, томатах [11, 17].

Развитие гусениц проходит в среднем 20–25 дней, за которые они достигают 6 возрастов. Допитавшись, гусеницы мигрируют с растения-хозяина и окукливаются в земляной камере на глубине от 2,0 до 17,5 см, в течение 10–15 дней. Отмечены случаи, когда окукливание может проходить внутри растения-хозяина [30, 35].

Лет имаго второго поколения очень растянут и продолжается с конца июля и до августа–октября [2]. Вышедшие из почвы бабочки нового поколения после непродолжительного питания перелетают на посевы полевых культур, где и откладывают яйца [1, 17]. Гусеницы второй генерации, достигнув шестого возраста, мигрируют в верхний слой почвы (до 15 см),

где окукливаются перед зимней диапаузой. Весь цикл развития второго поколения хлопковой совки проходит летом в течение 25–40 суток [2].

Факторы, оказывающие влияние на развитие хлопковой совки

Степень заселенности агроценозов кукурузы гусеницами хлопковой совки определяется большим количеством факторов, среди которых наибольшее значение имеет температурный режим. Резкие перепады температур, заморозки при отсутствии снежного покрова отрицательно влияют на перезимовку куколок вредителя. Также нежелательным для хлопковой совки является избыточное увлажнение (сумма осадков более 200 мм) в период выхода имаго из куколок [5].

Массовое развитие *H. armigera* наблюдается в условиях теплой зимы с длительным безморозным периодом, весны с умеренным количеством осадков и высокой температурой воздуха в мае–июне [1, 2, 17].

В регионах с умеренным климатом, когда продолжительность дня становится короче (10–12 часов) и температура окружающей среды падает с +24 °С до +15 °С в развитии *H. armigera* наблюдается факультативная осенняя диапауза [31]. Кроме того, при длительном воздействии жарких ($\geq +37$ °С) и сухих условий гусеницы могут впасть в летнюю диапаузу [44].

Российскими учеными отмечаются циклические колебания численности хлопковой совки. Так, по данным Е. В. Ченикаловой за период – с 2000 по 2019 гг. в Ставропольском крае высокая численность хлопковой совки установлена в 2000–2001, 2003–2005, 2010–2011, 2014–2015, 2018–2019 гг., при этом периоды депрессии фитофага составляли 3–5 лет [20]. В годы депрессивного развития на полях встречались одиночные особи, а в годы вспышек – численность гусениц достигала 500–1000 ос./м² [14]. Определяющую роль в колебаниях численности популяции хлопковой совки также играют энтомофаги и патогенные микроорганизмы [37].

Вредоносность

По литературным данным, хлопковая совка повреждает более 250 видов растений. Ученый К. Р. Лха (2012) уточняет, что фитофаг активно питается и наносит ущерб 180 видам сельскохозяйственных культур, включая хлопок, сорго, кукурузу, сою, томаты, нут, подсолнечник, плодовые деревья [37].

К основным кормовым растениям хлопковой совки относят кукурузу (*Zea mays*), хлопок (*Gossypium* spp.), сою (*Glycine max*), сорго (*Sorghum bicolor*), болгарский перец (*Capsicum annuum*), подсолнечник (*Helianthus annuus*), табак (*Nicotiana tabacum*), томаты (*Solanum lycopersicum*), горох (*Pisum sativum*), картофель (*Solanum tuberosum*), лён (*Linum spp.*), люцерну (*Medicago sativa*), капусту (*Brassica oleracea capitata*), просо африканское (*Pennisetum glaucum*), виноград (*Vitis vinifera*), баклажан (*Solanum melongena*), озимую пшеницу

(*Triticum aestivum*), цветную капусту (*Brassica oleracea botrytis*), яблоню (*Malus domestica*), горчицу (*Brassica juncea*), астры (*Aster spp.*), бамию (*Abelmoschus esculentus*), гвоздику (*Dianthus caryophyllus*), голубиный горох (*Cajanus cajan*), египетский клевер (*Trifolium alexandrinum*), календулу (*Calendula spp.*), мак (*Papaver somniferum*), маш (*Vigna radiata*), нут (*Cicer arietinum*), персидский клевер (*Trifolium resupinatum*), сафлор (*Carthamus tinctorius*), сладкий апельсин (*Citrus sinensis*) [2, 7, 11, 12, 20, 31, 37, 38].

Однако, согласно лабораторным исследованиям М.Ф. Jallow, М.Р. Zalucki (1996) для откладки яиц наиболее предпочитаемыми культурами являлись кукуруза, сорго, табак и хлопок [36].

Гусеницы *H. armigera* питаются репродуктивными органами растений (цветы, плоды, семена), но могут повреждать и листья. Характерным симптомом повреждения гусеницами хлопковой совки являются отверстия, ходы в генеративных органах, рядом с которыми зачастую находятся экскременты. Ущерб, наносимый хлопковой совкой может существенно увеличиться из-за вторичных патогенов (грибы, бактерии), которые проникают в растения через т.н. раневые «ворота инфекции» [31]. В целом, при питании хлопковой совки значительно снижается урожай сельскохозяйственных культур – до 55,0–60,0 % [15]. Общемировые затраты на борьбу с хлопковой совкой, включая потери урожая, составляют ежегодно 5 млрд. долларов [37].

Вредоносность хлопковой совки имеет свои особенности в зависимости от кормового растения. В связи с высоким значением для кормопроизводства Беларуси среди повреждаемых растений нами выделены кукуруза, сорго и просо.

Кукуруза: самка хлопковой совки откладывает яйца на пестичные нити, на которых питаются гусеницы первого и второго возрастов. Гусеницы третьего–пятого возрастов первого поколения внедряются в формирующийся початок, оставаясь тем самым скрытыми от естественных врагов. Гусеницы второго поколения питаются вначале на рыльцах тычинок кукурузы, затем передвигаются под обертку початка, повреждая верхнюю часть стержня и зерно, что приводит к загрязнению экскрементами початков, а при повышенной влажности – к их гниению [2]. Гусеницы первых возрастов вначале питаются нитями рылец женского соцветия кукурузы, затем переходят в початок [1, 11, 17, 31]. Согласно исследованиям Ф. М. Полоскина (1962), питание зернами кукурузы в фазе молочно-восковой спелости способствует быстрому развитию гусеницы, увеличению массы и выживаемости куколок, а также фертильности имаго [7, 11, 12].

Хлопковую совку относят к наиболее распространенным и опасным вредителям культурных растений Краснодарского края России, что по мнению В. Г. Гаркушка, А. Н. Фролова (2005) обусловлено расширением площадей, занятыми под кукурузой [3, 16].

По данным ФГБУ «Россельхозцентр» в 2012 г. гусеницы хлопковой совки были обнаружены на 40,0 % обследованных посевов сельскохозяйственных культур в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях, на Северном Кавказе, в том числе на 30,0 % – численность фитофага превышала ЭПВ [1]. Согласно «Прогнозу фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур Ставропольского края на 2016 год» заселение хлопковой совкой отмечено на 178,8 тыс. га со средней численностью 2,28 ос./растение, максимальный – 8,0 ос./растение на 0,1 тыс. га кукурузы. Обработки инсектицидами против данного вредителя проведены на площади 75,0 тыс. га [10].

Отмечается, что потери урожая кукурузы могут достигать 20 % и более с учётом косвенной вредоносности патогенов, проникающих через поврежденную ткань растений [37].

Просо африканское: гусеницы повреждают метелку на разных стадиях развития растений: цветение, молочная и полная спелость. Вначале они питаются на поверхности растения, но при переходе в третий возраст образуют ложную паутину, состоящую из экскрементов и засохших соцветий, под которой они остаются. Несмотря на выявление гусениц на растениях проса африканского, в публикациях не отмечаются величины потерь урожая, что свидетельствует скорее о факультативном развитии вредителя на данной культуре [31].

Сорго: по литературным данным, более 85,0 % яиц откладываются хлопковой совкой на метелки до цветения культуры. После отрождения гусеницы питаются на тычинках цветков, затем при достижении четвертого возраста переходят на формирующееся зерно [31]. Во время активного роста вегетативной массы сорго можно заметить повреждение листьев гусеницами хлопковой совки – т. н. окошки, однако данное повреждение, как правило, не ведет к сильному ущербу для растений. В период конца цветения – раннего налива зерна гусеницы старших возрастов питаются на колосках метелки, что в дальнейшем приводит к большим потерям урожая зерна сорго, поскольку одна гусеница уничтожает около 2,4 г зерна [33, 34].

Мониторинг

Согласно Ю.Н. Заповеву (2010) фенологию и распространение *H. armigera* в посевах кукурузы устанавливают путем проведения маршрутных обследований посевов с периодичностью 3–5 дней. Численность вредителя и поврежденность растений гусеницами определяют визуальным осмотром не менее 100 растений (10 в 10 местах) по диагонали поля [4, 9].

Однако, по данным зарубежных ученых, визуальный осмотр растений на наличие яиц/гусениц имеет существенные недостатки из-за

высокой трудоемкости и ненадежности полученных результатов, зависящих в первую очередь от профессионализма учетчика. Помимо того, самки откладывают яйца на различные растения-хозяева, из-за чего мониторинга фитофага на одной конкретной культуре может быть недостаточно для оценки общей фитосанитарной ситуации [31].

Для определения лета имаго хлопковой совки широко используется феромонный мониторинг. По данным российских ученых, если лет бабочек проходит интенсивно в течение недели и достигает ЭПВ (15–18 ос./ловушку за 3 дня) необходимо проводить обработку посевов инсектицидами [21]. В качестве аттрактанта зарубежные и российские исследователи применяют искусственно синтезированный половой феромон хлопковой совки, состоящего из двух компонентов: (Z)-11-гексадеценаля и (Z)-9-гексадеценаля в соотношении 97:3 [31].

Эффективность отлова насекомых, в первую очередь, зависит от периода экспозиции аттрактанта. Согласно исследованиям, проведенным М. Loganathan (1999), количество отловленных особей *H. armigera* в полевых условиях были значительно ниже при использовании аттрактантов, экспонирующихся 15 дней, чем при использовании только что обработанных. Исходя из чего, ученые рекомендуют менять феромон каждые 13 дней [42]. В других исследованиях отмечается, что аттрактивность феромона сохраняется от 28 (4 недели) до 40 дней. Однако, в жарком и сухом климате этот период может сокращаться до двух недель [31].

Согласно российским исследователям для феромонного мониторинга имаго хлопковой совки используют два типа ловушек: дельтовидную и ромбовидную (рисунк 5, 6) [13].



Рисунок 5 – Дельтовидная феромонная клеевая ловушка



Рисунок 6 – Ромбовидная феромонная клеевая ловушка

Зарубежные ученые рекомендуют для мониторинга имаго хлопковой совки широко использовать еще два типа ловушек: контейнерную и воронкообразную сетчатую (Hartstack trap) (рисунок 7 и 8) [31]. При этом отмечается, что конструкция ловушки также оказывает значительное влияние на количество отловленных особей *H. armigera*. Согласно К. Кант (1999), воронкообразные сетчатые ловушки значительно эффективнее клеевых ловушек (дельтавидной и ромбовидной) [39].



Рисунок 7 – Ловушка контейнерного типа в посевах кукурузы (Гродненский район, 2020 г., фото авторов)



Рисунок 8 – Воронкообразная сетчатая ловушка (Hartstack trap)

Выбор участка для исследования: По данным украинских и российских ученых ловушки следует размещать на высоте от 1,5 до 1,8 м над землей. Обследования проводят в период лета имаго, т.е. в среднем с апреля по июнь. В зависимости от климатических условий местности их можно наблюдать до октября из-за длительного периода миграции. Отмечается, что самцы более активно реагируют на феромон в темное время суток, начиная с 18:00 и заканчивая в 6:00, при этом самый высокий отлов вредителя приходится на период между 23:00 и 4:00 [31]. До регистрации первого имаго инспекцию ловушек проводят ежедневно, затем – через трое суток [9].

Согласно Н. А. Саранцевой и др. (2014) ловушки на полях сельскохозяйственных культур размещают равномерно на площади опытного участка. К примеру, для наблюдений за фитофагом на хлопчатнике расставляют по 1 ловушке каждые 2 га. На производственных посевах кукурузы (100 га) размещают пять ловушек по следующей схеме: по одной ловушке в углах поля (на расстоянии 75–100 метров от края) и в центре посева. Для получения объективной информации необходимо также расставлять ловушки в лесополосе, примыкающей к полю (расстояние между ловушками около 100 м). Извлечение имаго из ловушек проводится с регулярностью 1 раз в неделю в течение всего периода их лёта [11, 19].

В то же время украинскими исследователями отмечается случаи, когда феромонный мониторинг не эффективен, поскольку состав аттрактанта не подходит для конкретной расы хлопковой совки. Поэтому рекомендуется проводить мониторинг имаго при помощи светоловушек (рисунок 8) [18].



Рисунок 8 – Светоловушка в посевах кукурузы

Заключение. Обеспечение отрасли животноводства кормами – является важной задачей сельского хозяйства Беларуси. Исходя из этого, ежегодно расширяются посевные площади основных зернокармливых культур (кукуруза, просо) и в зерновой клин добавляются новые культуры (сорго). Однако, в связи с глобальным изменением климата, интенсификацией международной транспортной инфраструктуры в последние годы на территории республики всё чаще выявляют новых вредителей, представляющих серьезную угрозу посевам сельскохозяйственных культур.

Одним из таких фитофагов является хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.). Ввиду её широкой распространённости в мире и соседних с Беларусью странах (Россия, Украина, Польша), высокой вредоносности и климатическими условиями, подходящими для развития фитофага в 1–2 поколениях необходимо уделять внимание исследованиям, посвященным разработке системы эффективного мониторинга вредителя и прогноза его развития.

Список литературы

1. Багринцева, В. Н. Хлопковая совка на кукурузе в Ставропольском крае / В. Н. Багринцева, С. В. Кузнецова // Защита и карантин растений. – 2018. – № 7. – С. 32–34.
2. Вредители сельскохозяйственных культур / под общ. ред. К. С. Артохина. – М.: Печатный город, 2012. – Том I: Вредители зерновых культур. – 532 с.
3. Гаркушка, В. Г. Стратегия и тактика селекции кукурузы на современном этапе в связи с вопросами иммунитета и управления агросистемами / В. Г. Гаркушка, А. Н. Фролов // Материалы II Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005. – Т. I: Фитосанитарное оздоровление экосистем. – С. 422–424.
4. Запов, Ю. Н. Влияние сроков сева кукурузы на повреждённость гусеницами хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) / Ю. Н. Запов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2010. – № 47 (2). – С. 26–28.

5. Казанюк, Т. С. Биоэкологические особенности хлопковой совки в агроценозе сахарной кукурузы и меры борьбы с ней в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Т. С. Казанюк. – Воронеж, 2009. – 26 с.
6. Коломышева, В. А. Изучение эффективности химических средств защиты растений против хлопковой совки / В. А. Коломышева, Г. В. Черкашин // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (80). – С. 112–115.
7. Кузнецова, М. С. Цикл развития хлопковой совки на кукурузе в Ставропольском крае / М. С. Кузнецова // Труды ВИЗР. – Л., 1971. – Вып. 32, ч. 1. – С. 79–87.
8. Кузьминский, А. В. Особенности развития хлопковой совки в северной Степи Украины / А. В. Кузьминский, В. П. Федоренко // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 36–37.
9. Ляска, Ю. Н. Вредоносность хлопковой совки на кукурузе в Лесостепи Украины / Ю. Н. Ляска, А. А. Стригун // РУП «Ин-т защиты растений»; Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 43. – С. 267–275.
10. Михно, Л. А. Хлопковая совка – важнейший вредитель кукурузы / Л. А. Михно, А. А. Подпальный // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016029513>. – Дата доступа: 28.04.2022.
11. Оптимизация феромониторинга хлопковой совки на посевах кукурузы в ЦЧР / Н. А. Саранцева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 3. – С. 27–29.
12. Полоскина, Ф. М. Особенности развития и вредоносность хлопковой совки на кукурузе в Азербайджане / Ф. М. Полоскина // Защита растений от вредителей и болезней. – Л., 1962. – Т. 87. – С. 119–123.
13. Пономарёв, В. Л. Испытания различных вариантов препаративной формы синтетического феромона хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) / В. Л. Пономарёв // Виноградарство и виноделие: сб. науч. тр. – Ялта, 2021. – Т. 1. – С. 44–47.
14. Стратегічні культури / С. О. Трибель [та ін.]; за ред. С. О. Трибеля. – Київ: Фенікс: Колібіг, 2012. – 368 с.
15. Стригун, О. Економічно-домінуючий шкідник кукурудзи – *Helicoverpa armigera* Hbn. / О. Стригун, Ю. Ляска // Пропозиція. – 2019. – № 6. – С. 114–116.
16. Фефелова, Ю. А. Размещение и смертность яиц хлопковой совки (*Helicoverpa armigera*, Lepidoptera, Noctuidae) на кукурузе в Краснодарском крае / Ю. А. Фефелова, А. Н. Фролов // Зоологический журнал. – 2008. – Т. 87, № 5. – С. 634–638.
17. Фролов, А. Н. Динамика распределения яиц хлопковой совки и их смертность на кукурузе в Краснодарском крае / А. Н. Фролов, Ю. А. Фефелова // Вестник защиты растений. – 2006. – № 2. – С. 34–39.
18. Хаблак, С. Как уменьшить затраты при защите кукурузы от чешуекрылых вредителей / С. Хаблак // Главный агроном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/kak-menshe-tratitsya-pri-zashchite-kukuruzy-ot-cheshuekrylyh-vrediteley>. – Дата доступа: 28.04.2022 г.
19. Хлопковая совка // Российский сельскохозяйственный центр [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://rosselhoscenter.com/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/vrediteli/1669-khlopkovaya-sovka>. – Дата доступа: 13.03.2020.
20. Ченикалова, Е. В. О некоторых закономерностях в колебании численности хлопковой совки на Ставрополье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/O-nekotoryh-zakonomernostyah-v-kolebanii-chislennosti-hlopkovoj-sovki-na-Stavropole-LiDCU3hpl>. – Дата доступа: 28.04.2022 г.
21. Черкашин, В. Н. Хлопковая совка на полевых культурах / В. Н. Черкашин, А. Н. Малыгина, Г. В. Черкашин // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 35–36.
22. Allozyme polymorphism in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): comparison of African and European populations / S. Nibouche [et al.] // Heredity. – 1998. – № 80. – P. 438–445.
23. Bhatt, N. J. Biology of chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* / N. J. Bhatt, P. K. Patel // Indian Journal of Entomology. – 2001. – № 63 (3). – P. 255–259.

24. Brambila, J. *Helicoverpa armigera* – Old World Bollworm, Field Screening Aid and Diagnostic Aid [Electronic resource]. – Mode of access: <http://caps.ceris.purdue.edu/dmm/552> – Date of access: 15.03.2022.
25. Casimero, V. The influence of larval and adult food quality on the calling rate and pre-calling period of females of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) / V. Casimero, F. Nakasuji, K. Fujisaki // Appl. Entomol. Zool. – 2001. – № 36 (1). – P. 33–40.
26. Crop Protection Compendium. Commonwealth Agricultural Bureau, International. CABI. 2018. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cabicompendium.org/>. – Date of access: 15.03.2022.
27. Duffield, S. J. Within-plant distribution of *Helicoverpa armigera* (Hubner) and *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on irrigated soybean / S. J. Duffield, G. Chapple // Australian J. of Entomol. – 2001. – № 40. – P. 151–157.
28. Firempong, S. Host plant preferences of populations of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) from different geographic locations / S. Firempong, M. Zalucki // Australian J. of Zool. – 1990. – № 37. – P. 665–673.
29. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina / M. G. Murua [et al.] // Florida Entomologist. – 2014. – № 97 (2) – P. 854–856.
30. Hardwick, D. F. The corn earworm complex / D. F. Hardwick // Memoirs of the Entomological Society of Canada. – 1965. – № 40. – P. 1–247.
31. *Helicoverpa armigera* [Electronic resource]. – Mode of access: <https://download.ceris.purdue.edu/file/3616/> – Date of access: 15.03.2022.
32. Hybridization and gene flow in the mega-pest lineage of moth, *Helicoverpa* / C. J. Anderson [et al.] // PNAS. – 2018. – № 115 (19). – P. 5034–5039.
33. Insect pest management in sorghum – a refresher [Electronic resource] // The beatsheet [Electronic resource]. – Mode of access: <https://thebeatsheet.com.au/insect-pest-management-in-sorghum-a-refresher/>. – Date of access: 15.03.2022.
34. Insect pest management in sorghum // The State of Queensland (Department of Agriculture and Fisheries) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.daf.qld.gov.au/business-priorities/agriculture/plants/crops-pastures/broadacre-field-crops/insect-pest-management-specific-crops/insect-pest-management-sorghum> – Date of access: 15.03.2022.
35. Insects: understanding *Helicoverpa* ecology and biology in southern Queensland: know the enemy to manage it better. Queensland Government: Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F) Entomology team [Electronic resource]. – Mode of access: www.dpi.qld.gov.au. – Date of access: 15.03.2022.
36. Jallow, M. F. Within- and between- population variation in host-plant preference and specificity in Australian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) / M. F. Jallow, M. P. Zalucki // Australian Journal of Zoology. – 1996. – № 44. – P. 503–519.
37. Jha, K. R. A comparison of artificial diet and hybrid sweet corn for the rearing of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) Based on Life Table Characteristics / K. R. Jha, Hsin Chi, Li-Cheng Tang // Environ. Entomol. – 2012. – Vol. 41, № 1. – P. 30–39.
38. Jonson, M. W. Ovipositional response of *Heliothis zea* (Boddie) to its major hosts in North Carolina / M. W. Jonson, R. E. Stinner, R. L. Rabb // Environ. Entomol. – 1975. – Vol. 4, № 2. – P. 291–297.
39. Kant, K. Rhythmicity and orientation of *Helicoverpa armigera* (Hubner) to pheromone and influence of trap design and distance on moth trapping / K. Kant, K. R. Kanaujia, S. Kanaujia // J. of Ins. Sci. – 1999. – № 12. – P. 6–8.
40. Kakimoto, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) / T. Kakimoto, K. Fujisaki, T. Miyatake // Annals of the Entomological Society of America. – 2003. – № 96 (6). – P. 793–798.
41. King, A. B. *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) in: G. A. Matthews & J. P. Tunstall (eds), Insect Pests of Cotton. Wallingford, UK: CAB International, Wallingford. – 1994. – P. 39–106.

42. Loganathan, M. Assessment of duration of pheromone dispersion for monitoring *Heliothis armigera* (Hbn.) on cotton / M. Loganathan, M. Sasikumar, S. Uthamasamy // J. of Entomol. Research. – 1999. – № 23. – P. 61–64.
43. Mironidis, G. K. Development, survivorship and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under fluctuating temperatures. Bulletin of Entomological Research. – 2014. – № 104. – P. 751–764.
44. Nibouche, S. High temperature induced diapause in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* / S. Nibouche // Entomologia Experimentalis et Applicata. – 1998. – № 87. – P. 271–274.
45. Population structure and gene flow in the global pest, *Helicoverpa armigera* / C. J Anderson [et al.] // Molecular Ecol. – 2016. – № 25. – P. 5296–5311.
46. Saito, O. Flight activity changes of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), by aging and copulation as measured by flight actograph / O. Saito // Applied Entomol. and Zool. – 1999. – № 35. – P. 53–61.
47. Shanower, T. G. Survival, growth, fecundity, and behavior of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on pigeonpea and two wild *Cajanus* species / T. G. Shanower, M. Yoshida, A. J. Peter // J. Econ. Entomol. – 1997. – № 90 (30). – P. 838–841.
48. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? / M. P. Zalucki [et al.] // Australian J. of Zool. – 1986. – № 34. – P. 779–814.

A.V. Bykovskaya, S.V. Boiko

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

COTTON BOLLWORM: ASPECTS OF BIOLOGY AND MONITORING IN GRAIN FODDER CROPS FAM. POACEA (LITERATURE REVIEW)

Annotation. According to the literature data the cotton bollworm is one of the most dangerous pests of agricultural crops, causing crop losses of up to 55.0–60.0%. In the article foreign, Russian and domestic publications on distribution, biology, harmfulness and monitoring of the cotton bollworm – *Helicoverpa armigera* Hbn. are analyzed. It has been established that due to the wide distribution of the cotton bollworm in Russia, Poland, Ukraine, optimal agro-climatic conditions, should expect pest development in 1–2 generations in the Gomel, Grodno and Brest regions.

Key words: cotton bollworm, distribution, biology, monitoring, pheromone traps, harmfulness, corn, sorghum, pearl millet.

М.Г. Немкевич, А.С. Самонов, Л.И. Тренишко

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДОВ – ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ ЗАПАДНОГО КУКУРУЗНОГО ЖУКА (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LE CONTE)

Дата поступления статьи в редакцию: 21.04.2022

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

Аннотация. Западный кукурузный жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) – опасный карантинный вредитель кукурузы. Для локализации и ликвидации новых очагов его инвазии на территории Беларуси дана оценка биологической эффективности инсектицидов из разных классов: неоникотиноидов – 20,8–95,5 %, пиретроидов – 75,2–100 %, фосфорорганических соединений – 86,0–100 % и комбинированных инсектицидов – 85,1–100 %. Разработанная тактика применения инсектицидов предполагает выбор препарата с учётом численности вредителя, химической группы и термостойкости.

Ключевые слова: западный кукурузный жук, имаго, численность, инсектициды, эффективность, тактика применения.

Введение. Западный кукурузный жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, ЗКЖ, диабротика) является одним из вредоносных фитофагов кукурузы [6]. На территорию Беларуси первичная инвазия фитофага произошла в 2009 г. в Брестском районе. Проведенный в 2009–2011 гг. комплекс карантинных (запрет на вывоз кукурузы, почвы) и агротехнических мероприятий (севооборот, обработка почвы) позволил локализовать очаг и через два года снять карантин. Однако, с 2012 г. новые очаги инвазии западного кукурузного жука фиксируются ежегодно. Вероятность инвазии ЗКЖ с территориями европейских стран, граничащих с республикой, увеличивается в связи с тем, что вредитель не включен в список карантинных объектов стран Европейского Союза, где строгие карантинные мероприятия по отношению к объекту не проводятся. Также в Беларуси кукуруза возделывается на площади более одного млн. га, что затрудняет размещение ее в севообороте с соблюдением пространственной изоляции от прошлогодних очагов инвазии и государственных границ Польши и Украины [5]. Для Республики Беларусь вредитель имеет статус «карантинного», так как решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза.

В период с 2015 г. по 2018 г. новые очаги инвазии западного кукурузного жука обнаружены в Брестском, Малоритском, Кобринском, Березовском районах Брестской области и в Гродненском, Свислочском и Берестовицком районах Гродненской области. В 2020 г. впервые выявлена инвазия вредителя в Ельском районе Гомельской области, в 2021 г. – в Волковысском районе Гродненской области. На основании анализа агроклиматических условий, биологических особенностей западного кукурузного жука и результатов феромономониторинга установлено, что на территории Беларуси произошла его акклиматизация, а в южных районах республики сформировалась популяция с высокой численностью.

Для защиты кукурузы от диабротики на сегодняшний день зарегистрировано 7 инсектицидов, содержащих в своем составе действующие вещества из классов пиретроиды, неоникотиноиды, фосфорорганические соединения, комбинированные инсектициды (фосфорорганическое соединение + пиретроид, пиретроид + неоникотиноид) [1].

В связи с ежегодным расширением ареала западного кукурузного жука и увеличением количества постоянных очагов с высокой численностью вредителя, возникла необходимость в проведении оценки эффективности инсектицидов, разработке тактики их применения в агроценозах кукурузы по ликвидации очагов и борьбе с карантинным объектом.

Материалы и методика проведения исследований. Учет имаго диабротики проводился в соответствии с «Анализом фитосанитарного риска западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte для территории Российской Федерации (2007)», «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве» (2009) и разработанными в лаборатории энтомологии «Методическими указаниями по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte)» (2017 г., 2019 г.) [2, 3, 4] на территории Брестской, Гродненской, Гомельской и Минской областей. Для мониторинга имаго использовали ловушки типа «PAL» (рисунок 1) – лист прозрачного пластика (36x23 см), одна сторона которого покрыта энтомологическим клеем «Унифлекс».

Диспенсер с феромоном «Дивабат» прикреплялся в верхней части пластика. Ловушки развешивались с I декады июля, учет жуков проводили каждые 7–10 дней.



Рисунок 1 – Феромонная ловушка типа «PAL» на растении кукурузы с отловленными имаго диабротики

Расчёт биологической эффективности инсектицидов в снижении численности западного кукурузного жука проводили по формуле:

$$X = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\%,$$

где X – снижение численности западного кукурузного жука, %; X_1 – численность имаго западного кукурузного жука до проведения обработки/ловушку за 7 суток; X_2 – численность имаго западного кукурузного жука в варианте/ловушку за 7 суток [4].

Сроки учетов численности имаго вредителя после проведения химической обработки определяли в соответствии с динамикой лета имаго, обусловленной погодными условиями: 2016 г. – 3 и 7 день после обработки, 2017–2018 гг. – 15 и 21, 2019–2020 гг. – 14–27. Если по результатам наблюдений отмечалось дальнейшее увеличение численности вредителя, было целесообразным проводить учеты в более поздние сроки.

Производственная проверка технологии защиты кукурузы от западного кукурузного жука в агроценозе культуры проведена в 2021 г. в Брестском районе Брестской области.

Результаты исследований и их обсуждение. Для локализации и ликвидации очагов инвазии западного кукурузного жука, а также формирования ассортимента инсектицидов применяли препараты из различных химических классов при разной численности вредителя.

С целью составления прогноза развития и определения оптимальных сроков проведения инсектицидных обработок проведены исследования по изучению биологических и фенологических особенностей *D. virgifera virgifera* Le Conte в республике. Анализ результатов феромономониторинга в 2016–2021 гг. показал, что начало лета имаго западного кукурузного жука отмечалось в II–III декадах июля, массовый лет – в I декаде августа – I декаде сентября. Продолжительность лета имаго в среднем составляла 80–100 дней. Вредитель зимует в стадии яйца в пахотном слое почвы. В сформировавшихся постоянных очагах в Брестской области необходимая для выхода личинок из яиц сумма эффективных температур (160–170 °С) отмечается во II декаде июня. Развитие личинок продолжается 25–28 суток (при среднесуточной температуре воздуха +20...+21,4 °С). Анализ почвенных проб в 2018–2021 гг. показал, что в I–II декадах июля (фаза 8–12 листьев кукурузы) популяция ЗКЖ представлена личинками I–III возрастов и куколками. Развитие куколок при среднесуточной температуре воздуха +19,8...+23,3 °С составляло 12–18 дней.

Оценку эффективности инсектицидов проводили, начиная с 2016 г., когда численность отловленных имаго превысила установленный в тот период ЭПВ (5,0 имаго/ловушку за 7 суток на основании литературных данных европейских ученых). В I декаде августа (конец фазы цветения кукурузы, среднесуточная температура воздуха +18,5 °С), при численности вредителя 5,0 имаго/ловушку за 7 суток проведена обработка инсектицидами из классов пиретроиды – Маврик, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л), фосфорорганические соединения – Пиринекс, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л) и их комбинаций – Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л + бифентрин, 20 г/л), Аркуэро, КС (ацетамиприд, 375 г/л + бифентрин, 165 г/л) (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность инсектицидов в защите кукурузы от западного кукурузного жука (производственный опыт, Брестский район, гибрид Бюрли, 2016 г.)

Вариант (норма расхода, л/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток		Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %		
	до обработки	после обработки по дням учётов		3	7
		3	7		
Пиринекс, КЭ (1,0)	5,0	0	0,7	100	86,0
Пиринекс Супер, КЭ (1,0)		0	0,6	100	88,0
Маврик, ВЭ (0,3)		0	0,4	100	92,0
Аркуэро, КС (0,06)		0	0,6	100	88,0

Как видно из представленных данных, обработка инсектицидами позволила снизить численность имаго вредителя в течение недели на 86,0–92,0 %. Однако, при проведении учетов в I декаде сентября (конец восковой спелости зерна) через 60 суток после обработки насчитывалось до 34,6 ос./ловушку за 7 суток, что свидетельствовало о том, что защитная обработка проведена в слишком ранние сроки – в начале лета жуков. В связи с этим, сотрудниками лаборатории энтомологии был уточнен ЭПВ, который составил 20,0 имаго/ловушку за 7 суток [3].

С учетом новых данных по пороговой численности вредителя в 2017 г. в очаге инвазии диабротики (Брестский район) обработка растений препаратом Маврик, ВЭ (0,3 л/га) проведена в I декаде августа при численности западного кукурузного жука 21,0 имаго/ловушку за 7 суток. Применение инсектицида способствовало снижению численности имаго на 86,7 % в течение трех недель (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность инсектицидов в защите кукурузы от западного кукурузного жука (производственные опыты, Брестский район)

Вариант (норма расхода, л (кг)/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток		Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %		
	до обработки	после обработки по дням учетов			
2017 г. (I декада августа)					
Маврик, ВЭ (0,3)	21,0	15	21	15	21
		5,2	2,8	75,2	86,7
2018 г. (I декада августа)					
Эфория, КС (0,2)	24,0	15	21	15	21
		1,2	3,2	95,0	86,5
2019 г. (II декада августа)					
Органза, КС (0,2)	33,4	11	27	11	27
		2,6	0,35	92,2	98,0
Агент, ВДГ (0,06)		26,6	14,1	20,8	58,0
Маврик, ВЭ (0,3) + Пири-некс Супер, КЭ (1,0)		0	5,0	100	85,1
2020 г. (II декада августа)					
Органза, КС (0,2)	33,6	14	27	14	27
		1,3	5,4	97,2	87,8
Агент, ВДГ (0,06)		2,0	17,8	95,5	60,0

В вегетационном сезоне 2018 г. в очаге инвазии в конце II декады июля отмечен активный лет имаго диабротики, на ловушку учитывалось 13,0 ос. за 7 суток, в I декаде августа численность вредителя составляла 24,0 ос./ловушку за 7 суток, что послужило обоснованием проведения

химической обработки. С этой целью использовали двухкомпонентный инсектицид Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л). Учеты показали, что на 15-й день биологическая эффективность инсектицида составила 95,0 %, на 21-й – 86,5 % (таблица 2).

В условиях 2019–2020 гг. в новом очаге инвазии диабротики лет имаго зафиксирован в конце II декады июля, в посевах кукурузы насчитывалось 8,7–9,1 ос./ловушку за 7 суток. Во II декаде августа вылавливалось вредителя 33,4–33,6 ос./ловушку за 7 соответственно году исследований, что было выше экономического порога вредоносности. Вследствие этого проведены обязательные химические обработки посевов кукурузы инсектицидами из трёх химических классов: неоникотиноиды – Агент, ВДГ (ацетамиприд, 200 г/кг), комбинированные инсектициды – Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л), Пиринекс Супер, КЭ, пиретроиды – Маврик, ВЭ (таблица 2). Анализ данных в таблице показал, что в годы исследований применение препаратов из разных классов способствовало уменьшению численности имаго на 20,8–100 %.

Так же следует отметить, что обработка инсектицидами в период вегетации снижает как численность жуков, так и предотвращает массовую откладку ими яиц, из которых в следующем сезоне отродятся личинки – наиболее вредоносная стадия развития западного кукурузного жука.

В связи с дальнейшей акклиматизацией диабротики возникла необходимость разработки тактики применения инсектицидов с учётом численности вредителя, химических классов и термостойкости препаратов (зачастую проведение обработок преподает период с высокими температурами воздуха как в дневное, так и в утреннее и вечернее время). Опытные варианты представляли собой обработки посевов препаратами из класса неоникотиноиды (Агент, ВДГ – нормативный эффект достигается при температуре воздуха до +25 °С) и комбинированные инсектициды – неоникотиноид + пиретроид (Органза, КС – до +28 °С) при разной численности карантинного вредителя в разных погодных условиях (таблица 3).

Как видно из данных таблицы 3, при численности имаго ЗКЖ 33,6 ос./ловушку за 7 суток (выше ЭПВ на 13,6 ос.) на 7-е сутки после обработки инсектицидом Органза, КС (0,2 л/га) численность диабротики снизилась на 98,5 %. Биологическая эффективность инсектицида Агент, ВДГ составила 89,0 %, однако из-за высокой температуры воздуха (+32,1 °С) эффективность, по данным последующих учетов (11-е и 32-е сутки) резко снизилась до 20,8 и 58,0 %.

При численности имаго ЗКЖ в очаге инвазии 8,4 ос./ловушку за 7 суток за период наблюдений получена достаточно высокая биологическая эффективность как комбинированного инсектицида (76,7–96,7 %), так и неоникотиноида (66,6–92,3 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Тактика применения инсектицидов для защиты кукурузы от имаго западного кукурузного жука

Показатели	Опытные варианты			
	Вариант 1		Вариант 2	
Препарат	Агент, ВДГ	Органза, КС	Агент, ВДГ	Органза, КС
Действующее вещество	ацетамиприд, 200 г/л	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л	ацетамиприд, 200 г/л	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л
Химический класс	неоникотиноид	комбинированный препарат (неоникотиноид + пиретроид)	неоникотиноид	комбинированный препарат (неоникотиноид + пиретроид)
Термостойкость	до +25 °С	до +28 °С	до +25 °С	до +28°С
Норма расхода, л (кг)/га	0,06	0,2	0,06	0,2
ЭПВ, имаго/ловушку за 7 суток	20,0			
Численность жуков до обработки, ос./ловушку за 7 суток	8,4 (ниже ЭПВ на 11,6)		33,6 (выше ЭПВ на 13,6)	
Дата обработки	8 августа 2018 г.		16 августа 2019 г.	
Среднесуточная t воздуха в день обработки, °С	+22,6 мах дневная +29,9		+17 мах дневная +24,4	
Снижение численности имаго западного кукурузного жука по суткам после обработки, % (среднесуточная t воздуха в период действия препаратов):				
1-7 (+20,0, max +26,1)	–	–	89,0	98,5
8-11 (+20,7, max +32,1)	–	–	20,8	92,2
12-32 (+18,3, max +25,5)	–	–	58,0	98,0
1-15 (+21,4, max +27,8)	80,0	82,5	–	–
16-21 (+17,6, max +23,1)	66,6	76,7	–	–
22-28 (+19,0, max +24,7)	92,3	96,7	–	–

Примечание. max – максимальная температура воздуха, °С.

Таким образом, для ликвидации очагов диабротики с высокой численностью на посевах кукурузы необходимо применять разрешенные термостойкие инсектициды (+25...+28 °С). Препарат Агент, ВДГ (неоникотиноид) и пиретроиды (по результатам ранее проведенных в лаборатории исследований) целесообразно применять при численности жуков ЗКЖ ниже или на уровне экономического порога вредоносности в период массового лета имаго.

Таким образом, для ликвидации очагов инвазии и защиты кукурузы от западного кукурузного жука на территории Беларуси необходимо выполнять комплекс фитосанитарных мероприятий, разработанный в лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» [3] и соблюдать вышеизложенную тактику применения разрешенных инсектицидов.

В 2021 г. производственная проверка эффективности технологии борьбы с западным кукурузным жуком проведена в Брестском районе Брестской области.

Производственный участок площадью 24 га располагался в приграничной (на расстоянии 5 км от государственной границы с Украиной) и буферной (17 км от границ карантинной фитосанитарной зоны) зонах. Согласно разработанным рекомендациям феромономониторинг западного кукурузного жука проводился с 1 июля. Лет имаго вредителя отмечен в период выбрасывания метелок во II декаде июля. В конце фазы цветения в I декаде августа насчитывалось 22,4 жуков/ловушку за 7 суток (ЭПВ 20,0 жуков/ловушку за 7 суток), что послужило обоснованием для применения комбинированного инсектицида Органза, КС с нормой расхода 0,2 л/га (максимальная температура воздуха в день обработки +27,7 °С) (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность инсектицида Органза, КС от западного кукурузного жука в посеве кукурузы (производственный опыт, гибрид Ладога, 2021 г.)

Вариант (норма расхода, л/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток			Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %	
	до обработки	после обработки по дням учетов		14	21
		14	21		
Органза, КС (0,2)	22,4	0,8	0,49	96,4	97,8

Биологическая эффективность препарата Органза, КС на 14-й и 21-й дни после обработки от западного кукурузного жука составила 96,4–97,8 %.

Так же согласно разработанной технологии ликвидации очага инвазии ЗКЖ помимо внесения инсектицида, выполнен комплекс фитосанитарных мероприятий: проведена ранняя уборка кукурузы на зеленую массу (конец августа) с последующей глубокой вспашкой, в севообороте на данном поле рекомендован посев зерновых культур (озимых или яровых), рапса (ярового), свеклы, картофеля, семенами, обработанными препаратами инсектицидного действия для этих культур; в вегетационном сезоне 2022 г. посевы кукурузы размещать на расстоянии не менее 1,5 км от данного поля.

По результатам проведенных исследований сформирован ассортимент инсектицидов для ликвидации очагов инвазии имаго западного кукурузного жука (таблица 5) [1].

Таблица 5 – Препараты для защиты кукурузы от западного кукурузного жука

Торговое название, препаративная форма, действующее вещество, заявитель	Норма расхода препарата, л (кг)/га	Способ, время обработки, ограничения	Срок последней обработки (в днях до сбора урожая)	Кратность обработок
АГЕНТ, ВДГ (ацетамиприд, 200 г/кг), ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия	0,06	Опрыскивание в период вегетации	36	1
АРКУЭРО, КС (ацетамиприд, 375 г/л + бифентрин, 165 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	0,06		30	
МАВРИК, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	0,3		22	
ОРГАНЗА, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л), ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия	0,2		36	
ПИРИНЕКС СУПЕР, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	1,0		35	
ПИРИНЕКС, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	1,0		30	
ЭФОРИЯ, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария	0,2		30	

Заключение. Установлено, что для снижения численности имаго западного кукурузного жука в агроценозах кукурузы и локализации очагов его инвазии на территории республики применение инсектицидов высоко эффективно. Наиболее высокий эффект (85,1–100 %) обеспечили инсектициды Маврик, ВЭ – 0,3 л/га, Пиринекс Супер, КЭ – 1,0 л/га, Органза, КС – 0,2 л/га. Биологическая эффективность инсектицида Агент, ВДГ – 0,06 кг/га составила 20,8–89,0 %.

Производственная проверка технологии по ликвидации очага инвазии ЗКЖ показала высокую биологическую эффективность (96,4–97,8 %) опрыскивания инсектицидом Органза, КС, при численности фитофага до обработки 22,4 имаго/ловушку за 7 суток (ЭПВ 20,0 имаго/ловушку за 7 суток).

Таким образом, для ликвидации очагов с высокой численностью диабротики на посевах кукурузы необходимо применять разрешенные термостойкие (+25...+28 °С) инсектициды (Аркуэро, КС (нормативный эффект достигается при температуре воздуха до + 25 °С), Маврик, ВЭ (до +27 °С), Органза, КС (до +28 °С), Пиринекс Супер, КЭ (до +25 °С), Эфория, КС (до +25 °С)). Препараты из химического класса пиретроиды (разрешённые на кукурузе от других вредителей) и инсектицид Агент, ВДГ из класса неоникотиноиды следует использовать при численности

жуков ЗКЖ ниже или на уровне экономического порога вредоносности в период массового лета имаго при температуре воздуха до +20 °С.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»: инсектициды [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/6.1.%20И%20и%20акарициды.pdf. – Дата доступа: 16.03.2022.
2. Анализ фитосанитарного риска западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte для территории Российской Федерации / ФГУ «Всерос. центр карантина растений»; ред. Т. В. Артемьева. – 2007. – 70 с.
3. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) / С. В. Сорока [и др.]; РНДУП «Ин-т защиты растений», ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Минск: Колорград, 2017. – 28 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентицидгов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко; рец.: Д. М. Бояр, А. И. Блищев. – д. Прилуки, Минский район: РУП «Ин-т защиты растений», 2009. – 319 с.
5. Трепашко, Л. И. Об инвазии западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) на территорию Беларуси / Л. И. Трепашко // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 35–38.
6. Control of western corn rootworm damage by application of soil insecticides at different maize planting times / Massimo Blandino [et al] // Crop Protection. – № 93 – 2017. – P. – 19–27 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416303192>. – Date of access: 10.02.2021.

M.G. Nemkevich, A.S. Samonov, L.I. Trepashko
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

APPLICATION OF INSECTICIDES – AN IMPORTANT ASPECT OF THE TECHNOLOGY OF CORN PROTECTION AGAINST WESTERN CORN ROOTWORM (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LE CONTE)

Annotation. Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) is a dangerous quarantine pest of corn. To localize and eliminate new foci of its invasion on the territory of Belarus an assessment was made of the biological efficiency of insecticides from different classes: neonicotinoids – 20.8–95.5 %, pyrethroids – 75.2–100 %, organophosphorus compounds – 86.0–100 % and combined insecticides – 85.1–100 %. The developed tactics for the application of insecticides involves the choice of the preparation, taking into account the number of the pest, chemical group and heat resistance.

Key words: Western corn rootworm, imago, number, insecticides, efficiency, application tactics.

С.И. Романовский, И.Г. Волчкевич, О.И. Косыхина, Н.М. Белоусов
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ ДИАМИДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA) ВРЕДИТЕЛЕЙ КАПУСТЫ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.05.2022

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

Аннотация. Представлены результаты оценки биологической эффективности инсектицида Вайего, КС для защиты посадок капусты кочанной против чешуекрылых вредителей. Установлено, что изучаемый препарат в нормах расхода 0,15 и 0,25 л/га может способствовать снижению численности гусениц капустной моли (*Plutella xylostella* L.) и капустной совки (*Mamestra brassicae* L.) до 100 %. Применение инсектицида Волиам Тарго, СК (0,8 л/га) позволило ограничить численность гусениц капустной моли на 96,9 %, капустной совки – на 100 %. Отмечено, что биологическая эффективность препарата Кораген, КС против фитофагов достигала 100 %. Показано достаточно продолжительное влияние, в течение 14–28 суток, всех изучаемых инсектицидов на популяцию капустной моли и капустной совки.

Ключевые слова: капуста кочанная, чешуекрылые фитофаги, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, диамиды.

Введение. На изменение качественных показателей кочанов и формирование урожая капусты негативное влияние оказывает комплекс многоядных и специализированных вредителей, в том числе и насекомые из отряда чешуекрылые (Lepidoptera) [1, 3, 5]. В зависимости от складывающихся климатических условий конкретного вегетационного сезона популяции капустной моли (*Plutella xylostella* L.), капустной совки (*Mamestra brassicae* L.), капустной (*Pieris brassicae* L.) и репной белянок (*Pieris rapae* L.) могут периодически давать вспышки массового размножения приводя к существенным потерям урожая культуры [1, 3]. Экономическое значение комплекса вышеперечисленных фитофагов в посадках капусты кочанной в отдельные годы выражается потерями 50–70 % товарной продукции. Согласно данным литературных источников, активное развитие популяций и питание гусениц капустной совки при поврежденности 16–25 % кочанного листа может приводить к снижению урожая в среднем на 49,7 % [1, 3]. В то время как, уничтожение более половины листовой поверхности и вовсе препятствует образованию товарного кочана. Зачастую такие потери

связаны с интенсивным питанием гусениц 5 и 6 возрастов. Особенно высокая вредоносность капустной совки отмечается на позднеспелых группах сортов и гибридов, как правило повреждаемых в ранних фазах развития. Основные критические периоды повреждения растений гусеницами капустной моли – фаза розетки листьев и рыхлого кочана. Потери урожая в годы с массовым развитием популяций вредителя могут достигать 40 % и более [3, 5].

На фоне высокой вредоносности чешуекрылых фитофагов, важная роль в регуляции их численности отводится проведению защитных мероприятий. В Республике Беларусь имеется обширный перечень инсектицидов, рекомендованных для применения в посадках капусты кочанной против гусениц капустной моли и капустной совки. Кроме того, актуальный ассортимент разрешенных средств защиты растений регулярно пополняется, в том числе и за счет включения препаратов, обладающих принципиально новыми механизмами воздействия на популяции вредителей. Широкое применение в промышленных посадках культуры получили препараты на основе хлорантранилипрола, принадлежащего к соединениям группы диамидов. По нашим данным эффективность таких инсектицидов против капустной моли способна достигать 90 % и более, против гусениц капустной совки и белянок до 100 % [2, 5]. Полученные результаты вызывают существенный интерес для оценки перспективности применения других токсикантов, принадлежащих к данному химического класса в качестве инсектицидов против чешуекрылых вредителей капусты. В связи с этим, нами было изучено влияние препаратов из группы диамидов на динамику численности гусениц капустной моли и капустной совки в посадках капусты кочанной, а также проведена оценка их хозяйственной эффективности, что и являлось целью исследований.

Материалы и методика проведения исследований. Экспериментальные исследования по оценке влияния инсектицидов из группы диамидов на динамику популяций чешуекрылых фитофагов проведены в посадках капусты кочанной среднепозднего срока созревания (Агрессор F_1) в полевых условиях 2020–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений».

Закладку и проведение мелкоделяночных опытов осуществляли согласно общепринятой методике – «Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, раденцицидов и феромонов в сельском хозяйстве» со всеми предъявляемыми требованиями [4]. Расположение делянок – рендомизированное. Площадь опытной делянки – 25 м², повторность – 4-х кратная.

В рамках исследований проводили двукратную обработку растений инсектицидом Вайего, КС (тетранилипрол, 200 г/л) в нормах расхода

0,15 и 0,25 л/га и препаратами на основе хлорантранилипрола: Волиам Тарго, СК (абамектин, 18 г/л + хлорантранилипрол, 45 г/л) – 0,8 л/га и Кораген, КС (хлорантранилипрол, 200 г/л) – 0,2 л/га.

Для расчета биологической эффективности инсектицидов использовали формулу Аббота, которая интегрирует влияние факторов, определяющих естественную смертность гусениц в варианте без обработки, хозяйственной эффективности – сопоставляли величины сохраненного урожая в сравнении с вариантом без применения средств защиты растений [4].

Результаты и их обсуждение. Наиболее многочисленными на опытных посадках капусты кочанной за период исследований в 2020 – 2021 гг. являлись популяции капустной моли и капустной совки.

Агрометеорологические условия наряду с другими регулирующими механизмами (внутривидовые и межвидовые отношения, технологические приемы, сортовые особенности и т.д.) способствовали естественной корректировке плотности популяций чешуекрылых фитофагов в пределах опытных агроценозов.

В вегетационном сезоне 2020 г. вылет бабочек капустной моли фиксировали в конце мая, когда среднесуточная температура воздуха составляла +12,0 °С. Жаркая погода (+15,4...+32,7 °С) с периодическими осадками, количество которых не превышало 38,6 % от нормы во II декаде июня, благоприятствовали стабильному развитию популяций вредителя и началу появления гусениц капустной совки. На фоне сложившихся гидротермических условий в 2021 г., характеризующихся повышением среднесуточных температур в пределах +17,0...+26,1 °С и незначительными осадками, количество которых не превышало 22,0 % от нормы в мае-июле, прослеживалась ранее отмеченная тенденция последовательности появления видов на опытном участке. Потенциал развития популяций так же находился в прямой зависимости от погодных условий и отличался небольшим размахом колебаний плотности гусениц капустной моли и капустной совки на протяжении проведения эксперимента. В результате систематических наблюдений за динамикой развития фитофагов в течение двух вегетационных сезонов наибольшую пиковую численность гусениц капустной моли – 1,6 экз./растение и капустной совки – 0,8 экз./растение, отмечали на опытном участке в погодных условиях 2020 г. Поскольку повышение температуры воздуха до +33...+37 °С в 2021 г существенно ограничивало развитие фитофагов.

По результатам проведенных в 2020–2021 гг. исследований установлено достаточно продолжительное влияние препарата Вайего, КС на популяции капустной моли. Отмечено, что в условиях вегетационного сезона 2020 г. на фоне исходной численности гусениц 0,4 экз./растение

незначительно превышающей ЭПВ (0,3 гусеницы/растение) биологическая эффективность препарата в норме расхода 0,15 л/га находилась в пределах 87,5–100 %, при норме 0,25 л/га была выше и варьировала на уровне 90,0–100 % в течение 28 суток после однократного опрыскивания растений (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов против капустной моли в посадках капусты кочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор F_p , 2020 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день учетов после								
		1-й обработки					2-й обработки			
		3	7	14	21	28	3	7	14	
Контроль (без обработки)	–	0,7	0,7	1,6	1,4	0,8	0,4	0,1	0,09	
Волиам Тарго, СК	0,8	71,4	94,3	95,0	92,8	75,0	75,0	60,0	88,9	
Кораген, КС	0,2	71,4	91,4	95,0	85,7	75,0	90,0	70,0	100	
Вайего, КС	0,15	88,6	94,3	97,5	100	87,5	92,5	100	100	
Вайего, КС	0,25	90,0	95,7	98,7	100	98,7	100	100	100	

Внесение препарата в максимальной дозировке (0,25 л/га) на фоне естественного снижения плотности гусениц моли в варианте без обработки, позволило получить 100 % эффективность при учетах на 3, 7 и 14 сутки после двукратного опрыскивания растений. Применение изучаемого инсектицида в норме расхода 0,15 л/га в рассматриваемый период оказалось не менее результативным и способствовало получению биологической эффективности на уровне 92,5–100 % против гусениц капустной моли всех возрастов (таблица 1).

В 2021 г. для более детальной оценки инсектицидной активности проводили промежуточный учет на 10 сутки, что обусловлено менее стабильной динамикой развития популяций капустной моли и капустной совки ввиду непосредственного влияния повышенных температур с периодическими осадками на протяжении периода проведения исследований. Так, на фоне колебаний исходной численности гусениц моли от 0,8 до 1,19 экз./растение биологическая эффективность препарата Вайего, КС в норме расхода 0,15 л/га находилась в пределах 86,7–93,9 % в течение 14 дней после однократного опрыскивания растений. Защитный эффект инсектицида на делянках с нормой 0,25 л/га при учетах на 3, 7, 10 и 14 сутки после обработки составил 94,5 %, 100 %, 96,9 % и 90,0 % соответственно (таблица 2).

Гибель гусениц моли в данном варианте при учетах на 3 сутки после повторного опрыскивания растений достигала 97,8 % и спустя 14 дней

находилась на уровне 95,0 %. Биологическая эффективность инсектицида Вайего, КС при норме расхода 0,15 л/га в рассматриваемый период варьировала в пределах 90,7–100 %. Необходимо отметить, что стабильно низкая динамика численности фитофага в варианте без обработки на протяжении проведения эксперимента в 2021 г. обусловленная влиянием факторов внешней окружающей среды ограничивала возможность получения устойчивых показателей по продолжительности защитного эффекта препарата Вайего, КС при наблюдениях на 10 и 14 сутки после двукратного опрыскивания растений.

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов против капустной моли в посадках капусты кочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор *F*, 2021 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день учетов после							
		1-й обработки				2-й обработки			
		3	7	10	14	3	7	10	14
Контроль (без обработки)	–	0,55	0,19	0,33	0,3	0,45	0,43	0,28	0,2
Волиам Тарго, СК	0,8	89,1	94,7	96,9	80,0	88,9	88,3	71,4	70,0
Кораген, КС	0,2	74,5	57,9	69,7	73,4	86,7	86,0	64,3	85,0
Вайего, КС	0,15	92,7	89,5	93,9	86,7	91,2	90,7	96,4	100
Вайего, КС	0,25	94,5	100	96,9	90,0	97,8	97,6	85,7	95,0

Инсектицидная активность препарата Волиам Тарго, СК против гусениц капустной моли в вегетационном сезоне 2020 г. не превышала 95,0 % и достигала 96,9 % в 2021 г. (таблица 1, 2). Биологическая эффективность инсектицида Кораген, КС в целом за два года исследований варьировала от 57,9 до 100 %. Полученные экспериментальные данные показали, что все препараты обеспечивали высокую эффективность и продолжительно ограничивали развитие популяций капустной моли в посадках капусты кочанной.

Стабильно высокая биологическая эффективность препарата Вайего, КС была отмечена и против капустной совки, численность гусениц которой, на момент проведения первой обработки, в условиях вегетационного сезона 2020 г. варьировала от 0,1 до 0,8 экз./растение и превышала ЭПВ (0,1 гусеница/растение). Так, защитный эффект в результате однократного опрыскивания растений на делянках с нормой расхода инсектицида (0,15 л/га) в течение 28 суток находился на уровне 87,1–100 %. Биологическая эффективность максимальной дозировки (0,25 л/га) в рассматриваемый период в зависимости от сроков проведения учетов численности фитофага варьировала от 85,7 до 100 %.

Повторное использование препарата Вайего, КС в изучаемых нормах расхода (0,15 и 0,25 л/га) обеспечило 100 % эффективность на 3, 7 и 14 сутки наблюдений (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов против капустной совки в посадках капусты кочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор F_p , 2020 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день учетов после								
		1-й обработки					2-й обработки			
		3	7	14	21	28	3	7	14	
Контроль (без обработки)	–	0,8	0,6	0,7	0,7	0,2	0,2	0,4	0,4	
Волиам Тарго, СК	0,8	87,5	91,7	91,4	71,4	95,0	100	97,5	90,0	
Кораген, КС	0,2	62,5	66,7	91,4	91,4	60,0	85,0	97,5	100	
Вайего, КС	0,15	88,8	100	91,4	87,1	100	100	100	100	
Вайего, КС	0,25	98,8	100	100	85,7	100	100	100	100	

Инсектицидная активность Волиам Тарго, СК (0,8 л/га) за период исследований также находилась на достаточно высоком уровне и варьировала в пределах 87,5–100 %. Некоторое исключение составили результаты, полученные по препарату Кораген, КС (0,2 л/га) начальная эффективность которого против гусениц капустной совки всех возрастов не превышала 62,5–66,7 % при наблюдениях на 3 и 7 сутки после однократного опрыскивания растений. Вместе с тем, в результате двукратного опрыскивания посадок эффективность достигала 85,0–100 % при демонстрации продолжительного действия инсектицида на популяции фитофага в течение 14 суток. (таблица 3).

На фоне существенно низкой динамики развития популяции капустной совки в 2021 г., характеризующейся достижением пиковой численности гусениц в варианте без обработки – до 0,1 экз./растение, однократное использование препарата Вайего, КС в изучаемых нормах расхода 0,15 и 0,25 л/га уже при наблюдениях на 3 сутки после однократной обработки способствовало 100 % гибели гусениц относительно варианта без обработки. На делянках с максимальной дозировкой инсектицида (0,25 л/га) данная тенденция сохранялась вплоть до учетов на 10-е сутки после однократного опрыскивания растений. Однако, на фоне стабильно низкого развития популяций капустной совки (0,06 – 0,1 экз./растение) в варианте без обработки обнаружение единичных гусениц вредителя (0,03 экз./растение) на 14 сутки учетов привело к снижению эффективности до 62,5 %. В рассматриваемый период биологическая

эффективность препарата Вайего, КС в норме расхода 0,15 л/га не превышала 50,0 % (таблица 4).

В сложившейся энтомологической ситуации активность инсектицида Волиам Тарго, СК (0,8 л/га) была ниже и составила 25,0 %. На фоне появления единичных гусениц капустной моли (0,05 экз./растение) на опытных делянках с однократным применением препарата Кораген, КС (0,2 л/га) на 10 сутки учетов биологическая эффективность сократилась до 28,6 %. Однако ввиду неизменной плотности вредителя отмеченной на 14 сутки наблюдений относительно варианта без обработки, где средняя численность фитофага была несколько выше и характеризовалась незначительным увеличением до 0,08 экз./растение фиксировали увеличение эффективности инсектицида до 37,5 %. Двукратное опрыскивание растений демонстрировало 100 % биологическую эффективность и продолжительность действия на популяцию капустной совки всех изучаемых препаратов при учетах в течение 14-и суток (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицидов против капустной совки в посадках капусты кочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор *F*, 2021 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день учетов после							
		1-й обработки				2-й обработки			
		3	7	10	14	3	7	10	14
Контроль (без обработки)	–	0,06	0,1	0,07	0,08	0,06	0,05	0,01	0,06
Волиам Тарго, СК	0,8	100	100	85,7	25,0	100	100	100	100
Кораген, КС	0,2	100	100	28,6	37,5	100	100	100	100
Вайего, КС	0,15	100	80,0	85,7	50,0	100	100	100	100
Вайего, КС	0,25	100	100	100	62,5	100	100	100	100

Хозяйственная эффективность препарата Вайего, КС в норме расхода 0,15 л/га варьировала от 11,8 % (2020 г.) до 29,5 % (2021 г.), при норме 0,25 л/га была выше и в 2020 г. достигала 18,9 %, а в условиях вегетационного сезона 2021 г. составила 34,1 % относительно варианта без обработки. В целом за два года исследований наибольшая прибавка урожайности кочанов 36,4 % была получена в вариантах с использованием инсектицида Волиам Тарго, СК (0,8 л/га). Максимальный показатель хозяйственной эффективности на делянках с применением препарата Кораген, КС (0,2 л/га) достигал 28,7 % (таблица 5, 6).

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность препарата Вайего, КС в посадках капусты кочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор F₁, 2020 г.)

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
Без обработки	-	469,0	-	-
Волиам Тарго, СК (эталон)	0,8	539,2	70,2	14,9
Кораген, КС (эталон)	0,2	514,2	45,2	9,6
Вайего, КС	0,15	524,7	55,7	11,8
Вайего, КС	0,25	557,9	88,9	18,9
НСР _{0,5}		68,32		

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность препарата Вайего, КС в посадках капусты белокочанной (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Агрессор F₁, 2021 г.)

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
Без обработки	-	289,9	-	-
Волиам Тарго, СК (эталон)	0,8	395,5	105,6	36,4
Кораген, КС (эталон)	0,2	373,3	83,4	28,7
Вайего, КС	0,15	375,4	85,5	29,5
Вайего, КС	0,25	388,6	98,7	34,1
НСР _{0,5}		29,88		

Выводы. В результате изучения препарата Вайего, КС получена высокая (100 %) биологическая эффективность. Продолжительность защитного действия достигала 14–28 суток в контроле популяций капустной моли и совки в посадках капусты кочанной. Не менее результативным в отношении перечисленных вредителей было двукратное использование препарата Волиам Тарго, СК биологическая эффективность которого против капустной моли достигала 96,9 %, против капустной совки – 100 %. Применение инсектицида Кораген, КС также способствовало 100 % гибели фитофагов.

Снижение вредоносности чешуекрылых фитофагов в агроценозах капусты кочанной способствовало сохранению до 34,1 % урожая кочанов при применении инсектицида Вайего, КС, 36,4 % – Волиам Тарго, СК и 28,7 % – Корагена, КС. Таким образом, включение препаратов из группы диамида в интегрированную систему защиты капусты кочанной позволит увеличить выбор высокоэффективных средств для защиты культуры против чешуекрылых вредителей.

Список литературы

1. Вредоносность чешуекрылых (INSECTA, Lepidoptera) в агроценозах юго-восточного Казахстана / А. Ж. Агибаев [и др.] // Известия НАН Республики Казахстан. – Алматы. – 2015. – № 1(25). – Сер. аграр. наук: земледелие, агрохимия, кормопроизводство, агроэкология, лесное хозяйство. – С. 16–22.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Гл. гос. инсп. по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.
3. Коваленко, Т. К. Применение трихограммы для регулирования численности вредителей капусты в условиях приморского края / Т. К. Коваленко, А. С. Пронюшкина // Международный научно-исследовательский журнал. С.-х. науки. – 2019. – Ч. 2, № 9 (87). – С. 52–54.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, радентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; под ред. Л. И. Трешко. — Несвиж, 2009. — 320 с.
5. Романовский, С. И. Регулирование численности чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокочанной / С. И. Романовский, И. Г. Волчкевич, В. В. Вабишевич // Земледелие и растениеводство. – 2021. – №1. – С. 22-27.

S.I. Romanovsky, I.G. Volchkevich, N.M. Belousov, O.I. Kosykhina
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

USE OF VAIEGO, SC IN CONTROL OF LEPIDOPTERA CABBAGE PESTS

Annotation. Results of evaluation of biological efficiency of Vaiego insecticide, SC in control of lepidoptera cabbage pests are presented. A high, up to 100 % protective effect of the studied preparation against cabbage moth (*Plutella xylostella* L.) and cabbage scoop (*Mamestra brassicae* L.) was established in the consumption rates of 0,15 and 0,25 l/ha. The use of the insecticide Voliam Targo, SC (0,8 l/ha) made it possible to limit the number of caterpillars of cabbage moth by 96,9 %, cabbage scoop by 100 %. It was noted that the biological efficiency of Koragen, SC reached 100 % in relation to pests. A rather long-lasting effect was shown, for 14–28 days, on the populations of cabbage moth and cabbage scoop of all insecticides studied.

Key words: cabbage, lepidoptera phytophages, biological efficiency, economic efficiency.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632.937.14:631.86

<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-241-248>

Д.В. Войтка¹, М.В. Федорович¹, И.И. Вага²

¹РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

²ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси», Минск

ОТБОР ШТАММОВ ГРИБОВ РОДА *TRICHODERMA* ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОКОНВЕРСИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 13.05.2022

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

Аннотация. Проведен отбор штаммов сапротрофных грибов-антагонистов р. *Trichoderma* по показателям целлюлозолитической и антагонистической активности для отбора перспективных в качестве деструкторов при компостировании твердых целлюлозосодержащих коммунальных отходов для получения органического удобрения. Высокая целлюлозолитическая активность (64,89–68,98 %) установлена для штаммов *Trichoderma asperellum* D-11 (основа препарата биологического Фунгилекс, Ж) и *Trichoderma* sp. L-3 (компонент инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж). Показатель ингибирования роста фитопатогенных и плесневых микромицетов достигал 92,5 %.

Ключевые слова: *Trichoderma*, штаммы, целлюлозолитическая активность, антагонистическая активность, биоконверсия, компостирование, целлюлозосодержащие субстраты.

Введение. Для решения проблемы переработки твердых коммунальных отходов и улучшения экологической обстановки в настоящее время во многих странах (Германия, Швейцария, Великобритания и др.) начали использовать такой метод переработки органических отходов как компостирование – биологическое обезвреживание сырой органической части отходов под действием аэробных микроорганизмов [9]. Так, в Великобритании тестируют «горячие» контейнеры для компостирования пищевых отходов, особенностью которых является

переработка практически любых пищевых отходов с образованием качественного компоста всего за 90 суток [10]. В России применяется метод компостирования с применением биопрепарата «Байкал ЭМ-1», содержащий консорциум микроорганизмов и позволяющий получить компост за 3 месяца [11].

В природе существует огромное количество микроорганизмов, активно разлагающих целлюлозу до более низкомолекулярных соединений. Представители целлюлолитических видов встречаются среди бактерий и микромицетов. Бактерии выполняют первичное разрушение органических веществ, и их обычно не добавляют в компост, учитывая их наличие практически во всех формах органического вещества и быстрое размножение при определенных условиях [12].

Способность многих грибов разлагать клетчатку и лигнин определяет их активное участие в разложении растительного опада. В данном аспекте более изучены представители грибов родов *Aspergillus*, *Coriolus*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Trichoderma*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* [13, 14]. Плесневые грибы, особенно представители рр. *Trichoderma*, развиваются в широком температурном диапазоне. Являясь индукторами окислительного брожения в ходе данного биохимического процесса, они образуют органические кислоты, способствующие разрушению древесины.

Управление процессом биоферментации отходов позволяет интенсифицировать минерализацию исходного субстрата, активизировать биосинтез новых соединений и улучшить питательные свойства конечных целевых продуктов. Отмечено, что добавление грибов рода *Trichoderma* ускоряет процесс разложения и улучшает качество биокомпоста [15].

Установлено, что инокуляция грибами *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *T. spirale* и др., а затем проведенное в течение 30 суток вермикомпостирование, способствует значительному снижению содержания целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина в растительных отходах при биоконверсии компоста [16].

Проведены исследования по биodeградации пергаментных отходов с помощью штаммов грибов р. *Trichoderma*. При воздействии выделяемых данными грибами ферментов пергаментные отходы расщеплялись до глюкозы [17].

Таким образом, результаты научных исследований подтверждают внутривидовую гетерогенность, присущую большей части изучаемых грибов-деструкторов и обуславливают необходимость скрининга микроорганизмов по целевым свойствам. Учитывая передовой научно-технический опыт в технологиях биоконверсии непищевых целлюлозосодержащих отходов для получения высококачественного компоста, наиболее эффективным и перспективным приемом является инокуляция отходов микробиологическими агентами, в частности, грибами рода *Trichoderma*.

В связи с этим, целью работы являлся скрининг штаммов грибов р. *Trichoderma* для отбора перспективных в качестве деструкторов при компостировании твердых целлюлозосодержащих коммунальных отходов для получения органического удобрения.

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 работе использовали штаммы грибов рода *Trichoderma*: *T. sp.* L-3 и *T. sp.* L-6 (основа инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж), *T. longibrachiatum* L-7, *T. asperellum* D-11 (основа препарата биологического Фунгилекс, Ж), *T. lignorum (viride)* T 13-82 (основа биопрепарата Триходермин-БЛ).

Для выявления наиболее активного штамма с целлюлозолитической активностью экспериментальные исследования проводили *in vitro*, используя методики Билай В.И. (1982) и Звягинцева Д.Г. (1991) [3, 4].

Оценку интенсивности процесса разрушения клетчатки осуществляли по убыли массы фильтра в процентах по формуле 1 и интерпретировали согласно шкале 1.

$$I = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100, \quad (1)$$

где I – интенсивность процесса разрушения клетчатки, %; M_1 – масса фильтра до начала опыта, г; M_2 – масса фильтра через 2 недели от начала опыта, после высушивания, г.

Оценочная шкала интенсивности разрушения клетчатки [4]

Убыль массы, (%)	Интенсивность разрушения клетчатки
Менее 10	Очень слабая
10–30	Слабая
30–50	Средняя
50–80	Сильная
Более 80	Очень сильная

Изучение антагонистического действия проводили в условиях *in vitro* методом встречных культур [5]. В качестве тест-культур использовали штаммы фитопатогенных и плесневых микроорганизмов pp. *Fusarium* Link, *Botrytis* P. Micheli ex Pers., *Penicillium* Link., *Aspergillus* P. Micheli ex Haller из коллекционного фонда и изолированные из целлюлозосодержащих твердых коммунальных отходов.

В качестве контроля использовали чистую культуру тест-объекта. Измеряли диаметр колоний тест-объекта в направлении, перпендикулярном черте, делящей чашку на две равные половины, высоту колонии

(в мм), плотность колонии по 3-балльной системе (1 – редкая, 2 – средняя, 3 – плотная), описывали морфологию колоний, окраску колоний и субстрата [6].

Для оценки антагонистической активности грибов рода *Trichoderma* по отношению к тест-объектам рассчитывали ростовой коэффициент (РК) и процент ингибирования роста [6–8].

Ростовой коэффициент (РК) вычисляли по формуле 2:

$$PK = \frac{d \times h \times g}{t}, \quad (2)$$

где РК – ростовой коэффициент; d – диаметр колонии, мм; h – высота колонии, мм; g – плотность колонии, балл; t – возраст колонии, сутки.

Ингибирование роста фитопатогена на учетные сутки культивирования определяли по формуле 3:

$$P = \frac{K - A}{K} \times 100, \quad (3)$$

где P – показатель ингибирования, %; K – диаметр колонии гриба в контроле, мм; A – диаметр колонии гриба в варианте, мм.

Результаты исследований. В результате сравнительной оценки целлюлозолитической активности штаммов *Trichoderma* sp. L-3, *Trichoderma* sp. L-6, *Trichoderma longibrachiatum* L-7, *Trichoderma asperellum* D-11, *T. lignorum (viride)* T 13-82 при их инокуляции в условиях *in vitro* на обеззоленном бумажном фильтре установлено, что изученные штаммы разлагали целлюлозосодержащий субстрат на 40,8 до 69,0 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние штаммов грибов рода *Trichoderma* на деструкцию целлюлозосодержащего субстрата (*in vitro*)

Штаммы	Убыль массы, г	Убыль массы, %	Интенсивность разрушения клетчатки
<i>Trichoderma</i> sp. L-3	0,69	69,0	Сильная
<i>T. sp.</i> L-6	0,54	54,4	Сильная
<i>T. longibrachiatum</i> L-7	0,45	44,8	Средняя
<i>T. asperellum</i> D-11	0,65	64,9	Сильная
<i>T. lignorum (viride)</i> T 13-82	0,41	40,8	Средняя
Контроль	0,00	0,00	–
НСР ₀₅	0,028	–	–

Штаммы *T. longibrachiatum* L-7 и *T. viride* T 13-82 характеризовались средним уровнем разложения клетчатки – 44,8 и 40,8 % соответственно. Остальные штаммы обладали сильной интенсивностью разложения целлюлозы. Как наиболее активные целлюлозолитики из изученных отмечены штаммы *T. sp.* L-3 и *T. asperellum* D-11, которые разлагали до 69,0 % и 64,9 % целлюлозы соответственно.

Дальнейшие исследования подтвердили обоснованность выбора штаммов *T. sp. L-3* и *T. asperellum D-11* как оптимальных для разложения целлюлозосодержащих субстратов. Наибольшая убыль массы фильтра при культивировании в течение 96 часов в жидкой культуре штаммов грибов составила 60,8 % для штамма *T. sp. L-3* и 58,8 % для штамма *T. asperellum D-11* (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние штаммов грибов рода *Trichoderma* на деструкцию целлюлозосодержащего субстрата (культивирование в культуральной жидкости)

Штаммы	Убыль массы, г	Убыль массы, %	Интенсивность разрушения клетчатки
<i>T. sp. L-3</i>	0,61	60,8	Сильная
<i>T. sp. L-6</i>	0,55	55,0	Сильная
<i>T. longibrachiatum L-7</i>	0,44	43,8	Средняя
<i>T. asperellum D-11</i>	0,59	58,8	Сильная
<i>T. viride</i> T 13-82	0,41	41,2	Средняя
НСП ₀₅	0,088	–	

Штамм *T. sp. L-6* разлагал целлюлозосодержащий субстрат с активностью 55,0 %.

Для исследований антагонистической активности штаммов-продуцентов биологических препаратов, перспективных для биоконерсии целлюлозосодержащих материалов, были отобраны микромицеты, являющиеся широко специализированными патогенами растений, а также наиболее часто встречающиеся при компостировании плесневые грибы, способные к синтезу токсинов, угнетающих рост растений. Элиминирование их в процессе компостирования является предпочтительным для повышения в процессе биодеструкции непищевых целлюлозосодержащих субстратов качества целевого продукта – органического удобрения.

На основании проведенной оценки антагонистической активности штаммов-продуцентов микробиологических препаратов по отношению к фитопатогенным и плесневым грибам установлено, что все микробиологические агенты сдерживали рост и развитие целевых объектов. В отношении *F. oxysporum* высоким ингибирующим эффектом обладали штаммы *T. viride* T 13-82, *T. sp. L-3*, *T. asperellum D-11* – ингибирование роста на 7-е сутки совместного культивирования составило 50,9–59,6 % (таблица 3).

В отношении возбудителя серой гнили – гриба *Botrytis cinerea* – и плесневого гриба р. *Penicillium* активное ингибирование роста (91,5–92,5 % и 30,0–42,2 % соответственно) было также характерно для штаммов *T. viride* T 13-82, *T. sp. L-3*, *T. asperellum D-11*. Рост плесневого гриба *A. niger* активнее сдерживал штамм *T. asperellum D-11* – ингибирование роста достигало 50,6 %.

Таким образом, на основании комплексной оценки целлюлозолитической и антагонистической активности в качестве перспективных микробиологических компонентов для включения в технологию биоконверсии непищевых целлюлозосодержащих отходов для получения органического удобрения перспективными являются штаммы грибов-антагонистов *T. sp. L-3* (компонент инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж) и *T. asperellum D-11* (основа препарата биологического Фунгилекс, Ж).

Таблица 3 – Антагонистическая активность штаммов грибов р. *Trichoderma* по отношению к фитопатогенным и плесневым грибам

Вариант	Диаметр колонии на сутки, мм		Ингибирование роста на сутки, %		Ростовой коэффициент на 7-е сутки
	3-и	7-е	3-и	7-е	
<i>Fusarium oxysporum</i>					
Контроль	20,2	66,8	–	–	57,3
+ <i>T. sp. L-3</i>	19,7	29,2	2,5	56,4	16,7
+ <i>T. sp. L-6</i>	19,2	38,3	5,0	42,6	25,7
+ <i>T. asperellum D-11</i>	17,5	32,8	13,2	50,9	13,3
+ <i>T. viride</i> Т 13-82	18,5	27,0	8,3	59,6	7,7
HCP ₀₅	5,26	7,34	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i>					
Контроль	0	35,5	–	–	32,3
+ <i>T. sp. L-3</i>	0	3,0	0	91,5	0,4
+ <i>T. sp. L-6</i>	0	4,0	0	88,7	0,6
+ <i>T. asperellum D-11</i>	0	2,7	0	92,5	0,4
+ <i>T. viride</i> Т 13-82	0	2,7	0	92,5	0,4
HCP ₀₅	–	2,68	–	–	–
<i>Aspergillus niger</i>					
Контроль	38,2	90,0	–	–	77,1
+ <i>T. sp. L-3</i>	31,0	46,0	18,8	48,9	30,6
+ <i>T. sp. L-6</i>	34,7	47,3	9,2	47,4	40,6
+ <i>T. asperellum D-11</i>	34,0	44,5	10,9	50,6	25,4
+ <i>T. viride</i> Т 13-82	29,3	49,0	23,1	45,6	42,0
HCP ₀₅	3,66	9,04	–	–	–
<i>Penicillium sp.</i>					
Контроль	10,5	15,0	–	–	19,3
+ <i>T.sp. L-3</i>	6,7	8,7	36,5	42,2	7,4
+ <i>T. sp. L-6</i>	7,7	12,2	27,0	18,9	10,4
+ <i>T. asperellum D-11</i>	7,7	10,3	27,0	31,1	8,9
+ <i>T. viride</i> Т 13-82	7,0	10,5	33,3	30,0	9,0
HCP ₀₅	2,11	3,59	–	–	–

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 результате исследований установлено, что изученные штаммы грибов рода *Trichoderma* обладают средней и сильной степенью интенсивности разложения целлюлозосодержащих субстратов. Наибольшая степень целлюлолитической активности была характерна для штаммов *Trichoderma* sp. L-3 и *Trichoderma asperellum* D-11 – 68,98 и 64,89 % соответственно.

Все изученные антагонисты оказывают высокий ингибирующий эффект по отношению к фитопатогенным и плесневым микромицетам. Показатель ингибирования роста достигал 92,5 %.

Для включения в технологию биоконверсии непищевых целлюлозосодержащих отходов для получения органического удобрения отобраны штаммы грибов-антагонистов *Trichoderma* sp. L-3 (компонент инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж) и *Trichoderma asperellum* D-11 (основа препарата биологического Фунгилекс, Ж).

Список литературы

1. Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 июля 2017 г. № 567 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22000373>. – Дата доступа: 22.12.2020.
2. Сидоренко, О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 74 с.
3. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; отв. ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1982. – 429 с.
4. Звягинцев, Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 303 с.
5. Егоров, Н.С. Практикум по микробиологии / Н.С. Егоров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 307 с.
6. Бухало, А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре: монография / А. С. Бухало; Акад. наук Укр. ССР, Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – Киев: Наук. думка, 1988. – 144 с.
7. Муромцев, Г.С. Метод наблюдения антагонистических (конкурентных) взаимоотношений микроорганизмов в почве / Г. С. Муромцев, Г. А. Глобус // Докл. ВАСХНИЛ. – 1980. – № 6. – С. 3–5.
8. Тарунина, Т.А. Методы оценки антагонистической активности штаммов *Trichoderma lignorum* Harz./ Т.А. Тарунина, Т.Ю. Маслова // Микология и фитопатология. – 1979. – Т. 13, № 6. – С. 511–516.
9. Хайдаршин, А.А. Создание вермиферм на базе студенческого городка уфимского государственного авиационного технического университета / А.А. Хайдаршин, А.А. Исмагилов, Э.В. Нафикова // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020). – 2012. – С. 165.

10. Андриевская, А.В. Великобритании испытывают «горячий контейнер» для компостирования пищевых отходов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://recyclemag.ru/news/velikobritanii-ispitivayut-goryachii-konteiner-kompostirovaniya-pischevih-othodov> – Дата доступа: 01.09.2020.
11. Зверева, А.С. Разработка рекомендаций по утилизации органических отходов в городских условиях с помощью ЭМ-технологий на примере северного района г.о. Электросталь / А.С. Зверева, О.В. Сидоренко // IV конкурс иссл. и проектных работ «Мегаполис XXI века – город для жизни». – Москва, 2020. – 26 с.
12. Сидоренко, О.Д. Переработка отходов целлюлозно-бумажной промышленности в органические удобрения / О. Д. Сидоренко // Материалы 3-го междунар. конгресса по управлению отходами. – М., 2003. – 142 с.
13. Lynd, L. R. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology / L. R. Lynd [et al.] // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2002. – Vol. 66, № 3. – P. 506–577.
14. Исследование роста микромицетов на различных источниках углеродного питания [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <https://topref.ru/referat/11547/7.html> – Дата доступа: 22.04.2022.
15. Yadava, S. Ecotechnology of compost from biodegradables inoculated by *Trichoderma* and its effects on growth of medicinal plant *Ocimum gratissimum* L. / S. Yadava, P. K. Sarangi, M. Das // *Annals of Plant Sciences*. – 2014. – Vol. 03 (2). – P. 610–613.
16. Singh, A. Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting / A. Singh, S. Sharma // *Bioresource Technology*. – 2002. – P. 107–111.
17. Co-composting of organic fraction of municipal solid waste mixed with different bulking waste: Characterization of physicochemical parameters and microbial enzymatic dynamic / M. K. Awasthi [et al.] // *Bioresource Technology*. – 2015. – Vol. 182. – P. 200–207.
18. Переработка целлюлозосодержащих отходов производства [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00144394_0.html. Дата доступа: 29.04.2022.

D.V. Voitka¹, M.V. Fedorovich¹, I.I. Vaga²

¹RUE «Institute of plant protection», Priluki, Belarus

²SSI “Institute of housing and communal services of the National Academy of Sciences of Belarus” Minsk, Belarus

SELECTION OF TRICHODERMA GENUS FUNGI STRAINS FOR INTENSIFICATION OF CELLULOSE-CONTAINING SUBSTRATES FOR ORGANIC FERTILIZER OBTAINING

Annotation. The selection of saprotrophic antagonist fungi strains of the *Trichoderma* genus by indicators of cellulolytic and antagonistic activity for the selection of promising destructors in the composting of solid cellulose-containing municipal waste to obtain organic fertilizer was carried out. High cellulolytic activity (64,89–68,98 %) was established for strains of *Trichoderma asperellum* D-11 (the basis of the biological preparation Fungilex, L) and *Trichoderma* sp. L-3 (the component of the microbiological inoculant Resoiler, L). The index of growth inhibition of phytopathogenic and mold micromycetes reached 92,5 %.

Key words: *Trichoderma*, strains, cellulolytic activity, antagonistic activity, bio-conversion, composting, cellulose-containing substrates.

В.С. Комардина, С.И. Ярчаковская, Р.Л. Михневич
РУП «Институт защиты растений»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СЕРОЙ ГНИЛИ НА МАЛИНЕ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.06.2022

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

Аннотация. Изучение эффективности 5-кратного применения биологического препарата Серенада АСО, КС против серой гнили ягод малины летней при различных уровнях развития болезни на протяжении 2020–2021 гг. показало его высокую биологическую (51,8–63,3 %) и хозяйственную (от 1,5 ц/га до 12,0 ц/га сохраненного урожая ягод) эффективность в нормах расхода 6 л/га и 8 л/га.

Ключевые слова: серая гниль, малина летняя, биологический препарат Серенада АСО, КС, биологическая эффективность.

Введение. Серая гниль малины – широко распространенное заболевание ягод в насаждениях культуры, потери урожая от которого могут превышать 50 % [7]. Возбудитель болезни гриб - *Botrytis cinerea*. В природных условиях гриб развивается в мицелиальной и конидиальной стадиях. Сохраняется в виде мицелия в пораженных остатках. Проявляется на ягодах в виде порошистого, сероватого налета. Перезревшие или хранящиеся более суток ягоды, поражаются особенно легко. Первичное заражение серой гнилью происходит в период массового цветения малины. Доминирует конидиальное спороношение, что определяется условиями среды оптимальными для прорастания спор патогена (температура воздуха +18...+22 °С и влажность воздуха 95-100 %) [4].

Популяция возбудителя серой гнили характеризуется быстрыми микроэволюционными процессами, обладает высокой экологической пластичностью, что и создает определенные трудности в разработке защитных мероприятий [3]. В природной популяции гриба, еще в конце прошлого столетия выявлены формы, устойчивые к фунгицидам с различным механизмом действия, в том числе и к бензимидазолам и циклоксимидам [2, 6]. Узбекскими учеными в опытах *in vitro* обнаружена устойчивость у изолятов гриба *B. cinerea* к хорусу (д.в. ципродинил) [8]. Быстрое снижение чувствительности фитопатогена к системным фунгицидам говорит о необходимости разработки антирезистентных технологий защиты, одним из элементов которых является использование биофунгицидов, произведенных на основе антагонистических

организмов [1]. Одним из наиболее распространенных антагонистов по отношению ко многим фитопатогенам являются бактерии *Bacillus subtilis*, которые также стимулируют и рост растений [5]. Кроме того, применение биологических средств защиты на ягодных культурах, в том числе и на малине, является предпочтительным, поскольку продукция потребляется в пищу преимущественно в свежем виде

В связи с вышеизложенным, целью исследований являлось изучение эффективности биопрепарата фунгицидного действия Серенада АСО, КС на основе *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST-713 в защите малины от серой гнили.

Место и методика проводимых исследований. Исследования проводились в 2020-2021 гг. в РУП «Толочинский консервный завод», Витебской области на малине летней сорта Бальзам, посадки 2016 г согласно «Методическим указаниям по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней» [3]. Между рядами в опыте находились под залужением, в рядах – гербицидный пар, схема посадки: 4,0×0,5 м. Опыт проводился в 4-кратной повторности, по следующей схеме: Вариант 1 – контроль (без обработки фунгицидом);

Вариант 2 – Серенада АСО, КС – 4 л/га;

Вариант 3 – Серенада АСО, КС – 6 л/га;

Вариант 4 – Серенада АСО, КС – 8 л/га.

Площадь опытной делянки составляла 0,2 га, а учетной – 10 м погонных, расположение делянок рендомизированное ленточное. Обработки проводили 5-кратно в периоды рассеивания спор возбудителя серой гнили – гриба *B. cinerea*, что также совпадало с фенофазами развития малины – цветение (ВВСН 65); начало формирования ягод (ВВСН 71); рост ягод (ВВСН 77); начало созревания ягод (ВВСН 81); период сбора урожая (ВВСН 88). Опрыскивали вентиляторным Зубр-1000, норма расхода рабочей жидкости – 600 л/га. Учеты распространенности серой гнили проводили в период роста ягод - сбора урожая.

Метеорологические условия в 2020 году были благоприятными для развития серой гнили. Май характеризовался преобладанием холодной погоды. Средняя за месяц температура воздуха была на 1-3 °С ниже климатической нормы. Дожди в мае отмечались часто и носили кратковременный характер, в конце месяца они были продолжительными, что сдержало развитие малины- начало распускания почек отмечено только в третьей декаде.

В июне преобладала неустойчивая, теплая, временами жаркая погода. Однако среднесуточная температура воздуха за месяц была на 1,5 °С ниже климатической нормы с количеством осадков на уровне

среднемесячной нормы. Такие погодные условия способствовали развитию и распространению спор *B. cinerea*.

Июль также характеризовался неустойчивым температурным режимом. Средняя за месяц температура воздуха составила +16..+20 °С, что соответствовало климатической норме. Дожди в июле были кратковременными, ливневыми, однако, почти в половине дней июля отмечались сильные дожди с количеством осадков от 15 до 39 мм за полусутки.

Такие погодные условия затрудняли уборку урожая, в то же время способствовали тому, что на ягодах малины интенсивно развивалась серая гниль.

Начало вегетации малины в 2021 году отмечено в третьей декаде апреля.

В мае преобладала холодная и дождливая погода. Средняя за месяц температура была на 1-2 °С ниже климатической нормы, а количество осадков составило около 2 месячных норм. Начало бутонизации малины в таких условиях наблюдалось только в третьей декаде мая.

Июнь характеризовался теплой и очень теплой погодой, на 3–5 °С выше климатической нормы. Повсеместно отмечался недобор осадков: выпало около половины месячной нормы. В первой декаде июня началось цветение малины. Однако погодные условия были неблагоприятны для развития гриба *B. cinerea*.

Средняя по Беларуси температура воздуха за июль 2021 года составила +22,5 °С, что выше климатической нормы на 4,1 °С. В первой-второй декадах отмечался период с аномально жаркой погодой (волна тепла), на протяжении которого температура воздуха днем находилась преимущественно в пределах +30...+34 °С, а в отдельные сутки местами превышала 35-ти градусную отметку, достигнув критерия опасного явления. В остальные сутки месяца температура воздуха в дневные часы составляла +25...+29 °С, а в самые жаркие дни превышала 30-ти градусную отметку. Наименьшее количество осадков выпало на территории Витебской области – в среднем по области 27,1 мм (33 % климатической нормы).

Сухая и жаркая погода в период цветения, роста и созревания ягод сдерживала развитие серой гнили на малине.

Результаты исследований и обсуждение. Первые обработки биопрепаратом Серенада в изучаемых нормах расхода были проведены в период цветения малины в конце первой декады июня в 2020 г. и начале второй – в 2021 г. Единичные пораженные болезнью ягоды отмечены в варианте без обработки во время их роста в конце июня (25.06. 2020 и 23.06. 2021 гг.). В период начала раскрывания ягод (1.07.2020 г. и

30.06. 2021 г.) пораженность ягод в варианте без обработки составила 15,9 % и 6,1 % соответственно, в то время как в опытных вариантах не превысило 3,3–8,2 % и 1,2–2,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения биопрепарата Серенада АСО, КС против серой гнили ягод на малине. РУП «Толочинский консервный завод», Витебская область, сорт Бальзам, производственный опыт

Варианты опыта	Распространенность серой гнили, %				Биологическая эффективность, %	
	2020 г.		2021 г.		2020 г.	2021 г.
	01.07	10.07	30.06	12.07		
1. Серенада АСО, КС, 4,0 л/га	8,2	28,7	2,5	3,8	38,5	44,9
2. Серенада АСО, КС 6,0 л/га	5,9	22,5	1,9	3,3	51,8	52,1
3. Серенада АСО, КС, 8,0 л/га	3,3	17,0	1,2	3,0	63,6	56,5
4. Без обработки	15,9	46,7	6,1	6,9	-	-

К периоду уборки урожая в 2020 г. теплая погода на фоне высокой влажности воздуха способствовала интенсивному распространению серой гнили и уже через 9 дней, количество пораженных ягод составило в варианте без обработки 46,7 %, в вариантах с применением биопрепарата: в норме расхода 4 л/га – 28,7 %, 6 л/га – 22,5 %, 8 л/га – 17,0 %. При этом биологическая эффективность Серенада АСО против серой гнили ягод колебалась от 38,5 % при использовании минимальной нормы расхода до 63,6 % при использовании максимальной.

В 2021 г. жаркая погода на фоне низкой влажности воздуха в период уборки урожая не способствовала интенсивному распространению серой гнили – количество пораженных ягод возросло незначительно и составило в варианте без обработки 6,9 %, в вариантах с применением биопрепарата: в норме расхода 4 л/га – 3,8 %, 6 л/га – 3,3 %, 8 л/га – 3,0 %. При этом биологическая эффективность Серенада АСО против серой гнили ягод колебалась от 44,9 % при использовании минимальной нормы расхода до 56,5 % при использовании максимальной.

В условиях производственного опыта 5-кратное применение биопрепарата фунгицидного действия Серенада АСО, КС с нормой расхода 4,0 л/га в условиях благоприятных для развития серой гнили обеспечило биологическую эффективность против болезни не выше 38,5 %, но в то же время позволило сохранить 8,0 ц/га урожая ягод. Использование биопрепарата в нормах расхода 6,0 л/га и 8,0 л/га обеспечило биологическую эффективность против серой гнили – 51,8–63,6 % и сохранение 10–12,0 ц/га урожая ягод малины (таблица 2).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения биопрепарата Серенада АСО, КС против болезней малины. РУП «Голочинский консервный завод», Витебская область, сорт Бальзам, производственный опыт.

Варианты опыта	Урожай ягод				Сохраненный урожай, ц/га	
	1 пог. м/кг		ц/га		2020 г.	2021 г.
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.		
1. Серенада АСО, КС, 4,0 л/га	0,37	0,86	18,5	21,4	8,0	1,1
2. Серенада АСО, КС 6,0 л/га	0,41	0,87	20,5	21,8	10,0	1,5
3. Серенада АСО, КС, 8,0 л/га	0,45	0,89	22,5	22,3	12,0	2,0
4. Без обработки	0,21	0,81	10,5	20,3	-	-
НСР _{0,05}	0,155	0,455	-	-	-	-

В условиях неблагоприятных для развития серой гнили (2021 г.) биологическая эффективность препарата с минимальной нормой расхода 4,0 л/га против болезни также была невысокой – 44,9 %, но сохраненный урожай ягод составил 1,1 ц/га. Использование биопрепарата в нормах расхода 6,0 л/га и 8,0 л/га обеспечило биологическую эффективность против серой гнили – 52,1–56,5 % и сохранение 1,5–2,0 ц/га урожая ягод малины.

Заключение. Таким образом, 5-кратное применение биопрепарата фунгицидного действия Серенада АСО, КС с нормой расхода 4,0 л/га в условиях, как благоприятных так и не благоприятных для развития серой гнили позволяет снизить развитие болезни лишь на 38,5-44,9 % и сохранить 8,0-1,1 ц/га урожая ягод соответственно. Применение же биопрепарата в нормах расхода 6,0 л/га и 8,0 л/га обеспечило получение биологической эффективности – от 51, 8 % до 63,6 % и позволило сохранить 1,5 до 12,0 ц/га урожая ягод малины.

По результатам проведенных 2-летних исследований биопрепарат Серенада АСО, КС на основе *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST-713 включен в «Государственный реестр средств защиты растений...» для защиты малины от серой гнили в нормах расхода 6-8 л/га.

Список литературы

1. Головин, С.Е. Использование биофунгицидов на основе *Bacillus subtilis* в борьбе с серой гнилью земляники и концепция «антагонистического насыщения» / С.Е. Головин, А.С. Зейналов // Плодоводство и ягодоводство: сб. науч. работ / ФГБНУ ВСТИСП. – Москва, 2019. – Т.58. – С.117–121.
2. Лихачев, А.Н. Популяция *Botrytis cinerea* в Московской области /А.Н. Лихачев // Микология и фитопатология. – 1979. – Т.13, вып.2. – С. 136 – 139.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Научно-практический центр НАН

Беларуси по земледелию; сост.: Л.И. Прищепа, Н.И. Микульская, Д.В. Войтка; рец.: Н.П. Максимова, Р.А. Новицкий. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.

4. Поликсенова, В. Д. Индуцированная устойчивость растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам / В. Д. Поликсенова // Вестник БГУ. – 2009. – Сер.1. – № 2. – С. 48–60.

5. Стадниченко, М. А. Перспективы биологического контроля возбудителя ботритиоза на пасленовых культурах / М. А. Стадниченко // Вестник БГУ. – 2011. – Сер.2. – № 2. – С. 49–55.

6. Тютерев, С. Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С. Л. Тютерев // Вестник защиты растений. – 2009. – № 1. – С. 38–53.

7. Elad, V. Biological control of *Botrytis cinerea* / V. Elad // 9 th General Assembly / Ascona/ IOBS/ wprs Bulletin, 2003. – Vol.75. – P. 190–194.

8. Efficacy of *Botrytis cinerea* under in vitro conditions / M. S. Matiev [et al.] // Proceeding of the XX International Multidisciplinary conference «Recent Scientific Investigation». Primedia – E-launch LLC. Shawnee, USA. – 2021. – P. 7–9.

8. Wei, F. Dispersal of *Bacillus subtilis* and its effect on strawberry phyllosphere microbiota under open field and protection conditions // Scientific Repots. – 2016. – Vol.6. – P. 226–241.

V.S. Komardina, S.I. Yarchakovskaya, R.L. Mikhnevich
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

BIOLOGICAL CONTROL OF GREY ROT IN RASPBERRY

Annotation. The study of the efficiency of Serenade ASO, SC biological preparation applied 5 times in a dose of 6 l/ha and 8 l/ha against grey rot of summer raspberry at different levels of the disease development for 2020–2021 showed its high biological (51,8–63,3 %) and economic (from 1,5 dt/ha to 12,0 dt/ha of the saved yield) efficiency.

Key words: gray rot, summer raspberry, biological preparation Serenade ASO, SC, biological efficiency.

Н. И. Мелешко, Р. В. Супранович

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА СЕРЕНАДА АСО, КС В ЗАЩИТЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ОТ СЕРОЙ ГНИЛИ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.04.2022

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

Аннотация. Распространенность серой гнили земляники садовой в 2020–2021 гг. составила в среднем за период сбора урожая 13,9 и 21,2 %, соответственно по годам. Применение биопрепарата Серенада АСО, КС (*Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST 713) в нормах расхода 6,0–8,0 л/га при четырехкратном применении до сбора урожая эффективно сдерживало распространение болезни. В полевом мелкоделяночном опыте снижение численности пораженных ягод составило от 55,4 до 63,3 %, что сказалось на сохранённой урожайности (до 37,5 ц/га).

Ключевые слова: земляника садовая, серая гниль, распространенность, биопрепарат, эффективность, урожайность.

Введение. Производство органической продукции — перспективный сегмент мирового рынка, в котором по оценкам специалистов, рост потребления органических ягод ежегодно составляет минимум 3 %, самой популярной и востребованной из них является земляника садовая. В Беларуси данная культура выращивается во всех регионах и потребляется в пищу в основном в свежем виде, следовательно, ягоды должны быть максимально свободными от остатков пестицидов. В 2018 г. в РБ принят закон «О производстве и обращении органической продукции», согласно которому принято постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия от 15.03.2019 № 19 «Об установлении перечней», в котором указаны средства, вещества или их сочетания, разрешенные к применению в растениеводстве при производстве органической продукции [1]. На основании этого применение биологических средств защиты растений в современном земледелии является актуальным.

В республике Беларусь на садовой землянике выявлено более 10 заболеваний, одним их самых распространенных и вредоносных является серая гниль (возбудитель - гриб *Botrytis cinerea* Pers.). Прямые потери урожая от поражения этой болезнью ежегодно составляют 10–20 % ягод, а в годы эпифитотий могут достигать 50 % и более [2, 3].

В «Государственном реестре ...» против гнилей плодов земляники в республике зарегистрирован только 1 биопрепарат [4]. Следовательно, чтобы расширить ассортимент средств защиты для производства органической продукции нами были проведены исследования по изучению эффективности биопрепарата фунгицидного действия Серенада АСО, КС (*Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST 713) для защиты земляники садовой от серой гнили.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили на промышленной плантации земляники садовой в КХ «Антей-сад» Мядельского района Минской области в 2020–2021 гг. Почва дерново-подзолистая, супесчаная, сорт земляники садовой – Вима Занта, посадка – осень 2017 г., схема посадки 0,7 × 0,3 м., площадь учётной делянки – 10 м². В полевом мелкоделяночном опыте оценивали биологическую и хозяйственную эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС с нормами расхода 6,0–8,0 л/га. В схему опыта также были включены вариант без применения средств защиты (контроль) и эталонный вариант – биологический препарат фунгицидного действия ТРИХОДЕРМИН БЛ (сыпучая масса, титр не менее 6 млрд. жизнеспособных спор/г (*Trichoderma lignorum*, Т13–82) (2 %-й р-р).

Препараты вносили ранцевым аккумуляторным опрыскивателем CHAMPION SA 12. Норма расхода рабочей жидкости 800 л/га. Изучаемый биопрепарат применяли 4-кратно в наиболее уязвимые для заражения сроки: начало цветения земляники садовой; цветение; конец цветения; начало созревания плодов. Эталон применялся 2-кратно в начале и во время цветения земляники садовой.

Оценку эффективности применяемых средств защиты земляники садовой проводили по количеству пораженных болезнями ягод и снижению потерь урожая [5].

Результаты и их обсуждение. Погодные условия мая месяца в годы исследований были схожими и характеризовались неустойчивой погодой – теплые дни сменялись прохладными периодами, в ночное время несколько дней отмечали с заморозками. В дневное время температуры были положительными и иногда достигали +20 °С и выше. Однако среднемесячная температура воздуха была ниже многолетних значений на 3° (в 2020 г.) и 1,7° (в 2021 г.). Осадки выпадали регулярно, сумма их составила от 77,6 до 145,7 мм, соответственно по годам. В целом погодные условия мая были благоприятными для развития и распространения болезней.

В 2020 году начало цветения земляники садовой отмечено в конце третьей декады мая, первая обработка проведена 26 мая. Среднесуточная температура воздуха в день обработки составляла +12,6 °С.

После второй обработки (01.06) за три дня суммарно выпало 14 мм осадков, среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах +17...+23 °С.

Третья обработка проведена 8 июня, последующие два дня были дождливыми (23 мм осадков), среднесуточная температура воздуха за этот период составляла +22...+24 °С.

После 4-ой обработки (16.06) было тепло, дожди прошли через 2–4 дня, сумма их составила 31 мм.

Уборку урожая начали в третьей декаде июня. Всего было проведено 3 сбора урожая: 24.06; 30.06; 08.07. Учеты поражения ягод серой гнилью проводили при каждом сборе путем подсчета количества больных и здоровых плодов с последующим вычислением процента поражения.

При первом сборе в варианте без применения средств защиты было поражено серой гнилью 8,8 % ягод, на опытных делянках – от 4,6 до 6,3 %.

Основным был второй сбор, в котором было собрано максимальное количество ягод в среднем на одну делянку-повторность – от 1284,7 шт. в варианте без средств защиты до 1627,5 шт. в опытных вариантах, при этом количество пораженных гнилью составило в опытных вариантах от 3,3 до 4,5 %, в варианте без средств защиты – 10,0 %.

В третьем сборе количество гнилых ягод увеличилось в 3–5 раз и составило в варианте без применения средств защиты 34,8 % от количества собранных, а в среднем за 3 сбора – 13,9 %. Биологическая эффективность испытываемого препарата составила от 55,4 до 63,3 %, эталона – 50,4 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС против серой гнили на плодах земляники садовой (сорт Вима Занта, КХ «Антей-сад», полевой мелкоделяночный опыт, 2020 г.)

Вариант	Всего ягод в среднем за 3 сбора на учетную площадь, 10 м ²			Распространённость серой гнили, %	Биологическая эффективность, %
	здоровые	больные	сумма		
Серенада АСО, КС – 6,0 л/га	2324,0	153,4	2477,4	6,2	55,4
Серенада АСО, КС – 8,0 л/га	2696,0	145,6	2841,6	5,1	63,3
Триходермин БЛ, 2 %-ный р-р (эталон)	2430,0	181,3	2611,3	6,9	50,4
Контроль (без обработок)	2133,0	344,6	2477,6	13,9	–
НСР ₀₅	229,07	61,88	–	–	–

В 2021 году первая обработка проведена 21 мая (фенофаза земляники садовой – стадия «баллона»), максимальная температура воздуха в этот день составляла +15,7 °С, вечером прошел дождь (2 мм). В период с 22.05 по 26.05 среднесуточная температура воздуха колебалась от +11,2 до +13,2 °С, осадков выпало 25,7 мм.

Вторая обработка была проведена 27 мая (начало цветения). Максимальная температура воздуха в день обработки – +17,3 °С, осадков не наблюдалось. До конца мая среднесуточная температура воздуха составляла +10,3 ...+12,7 °С, осадков выпало 2,3 мм.

После третьей обработки (03.06) среднесуточные температуры воздуха были в пределах +15,4...+20,4 °С, небольшие дожди прошли только 9–10 июня.

Четвертая обработка проведена 11 июня. В течение 10 дней после обработки среднесуточная температура воздуха составляла +16,0...+21,5 °С, 13 июня весь день шел дождь, выпало 14,0 мм осадков.

В дальнейшем до конца июня стояла теплая погода, максимальная температура воздуха колебалась от +19,9 до +32,1 °С, минимальная – +14,8... +21,1 °С, с 24 по 28 июня проходили ливневые дожди (выпало 60,3 мм осадков).

Всего в 2021 году в связи с установившейся сухой жаркой погодой было проведено 2 сбора урожая ягод. Серая гниль появилась при первом сборе, количество пораженных ягод было минимальным от 0,8–1,7 % на опытных вариантах до 3,1 % на контроле. Ливневые дожди, проходившие в период между сборами, создали благоприятные условия для распространения гнилей (тепло и высокая влажность, которая составляла 99 % в ночное время). В результате во втором сборе количество пораженных ягод в контроле достигло 40 %, а в среднем за 2 сбора – 21,2 %. Общее количество собранных здоровых ягод на вариантах опыта колебалось от 364,7 до 461,0 шт. на учётную площадь, пораженных гнилями – от 35,7 до 98,4 шт. (таблица 2).

В результате количество пораженных гнилями ягод на вариантах опыта с применением испытываемого средства составило от 7,8 до 8,2 %, а биологическая эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС по сравнению с контролем – 61,3–63,2 %, что выше эталона, эффективность которого 51,4 % (таблица 2).

Применение биопрепарата Серенада АСО, КС с нормами расхода 6,0 и 8,0 л/га эффективно сказалось на количестве урожая: на вариантах по сравнению с контролем сохранено в 2020 г. от 13,8 до 37,5 ц/га ягод, в 2021 г. – 4,6 и 8,0 ц/га; на эталонном варианте – 25,0 и 6,6 ц/га, соответственно по годам (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС против гнилей на плодах земляники садовой (сорт Вима Занта, КХ «Антей-сад» Мядельского района, полевой мелкоделяночный опыт, 2021 г.)

Вариант	Всего ягод в среднем за 2 сбора на учетную площадь, 10 м ²			Распространённость серой гнили, %	Биологическая эффективность, %
	здоровые	больные	сумма		
Серенада АСО, КС – 6,0 л/га	424,3	35,7	460,0	7,8	63,2
Серенада АСО, КС – 8,0 л/га	461,0	41,4	502,4	8,2	61,3
Триходермин БЛ, 2 % р-р (эталон)	435,7	50,0	485,7	10,3	51,4
Контроль (без обработок)	364,7	98,4	463,1	21,2	–
НСР ₀₅	42,8	13,7	–	–	–

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность биопрепарата Серенада АСО, КС на землянике садовой (сорт Вима Занта, КХ «Антей-сад», полевой мелкоделяночный опыт, 2020–2021 гг.)

Вариант	Средняя урожайность, ц/га		Сохраненная урожайность			
			2020 г.		2021 г.	
	2020 г.	2021 г.	ц/га	%	ц/га	%
Серенада АСО, КС – 6,0 л/га	236,3	50,4	13,8	6,2	4,6	10,0
Серенада АСО, КС – 8,0 л/га	260,0	53,8	37,5	16,9	8,0	17,5
Триходермин БЛ, 2 %-ный р-р (эталон)	247,5	52,4	25,0	11,2	6,6	14,4
Контроль (без обработок)	222,5	45,8	–	–	–	–

Закключение. В результате исследований установлено, что распространённость серой гнили земляники садовой сорта Вима Занта в 2020 г. составила 13,9 %, в 2021 г. – 21,2 % (вариант без применения средств защиты).

Четырехкратная обработка земляники садовой биопрепаратом Серенада АСО, КС (*Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST 713) в нормах расхода 6,0–8,0 л/га позволила эффективно сдерживать распространение болезни. В полевом мелкоделяночном опыте снижение численности пораженных ягод составило от 55,4 до 63,3 % в 2020 г., 61,3–63,2 % – в 2021 г. При этом сохраненная урожайность составила 13,8–37,5 и 4,6–8,0 ц/га, соответственно по годам и в зависимости от нормы расхода препарата.

На основании полученных двухлетних данных биопрепарат фунгицидного действия Серенада АСО, КС (*Bacillus amyloliquefaciens*, штамм QST 713) включен в «Государственный реестр...» для применения против гнилей земляники садовой в нормах расхода 6,0–8,0 л/га.

Список литературы

1. Перечень средств, веществ, разрешенных к применению в растениеводстве при производстве органической продукции; кормовых добавок, микроэлементов, разрешенных для кормления животных при производстве органической продукции; разрешенных к применению при производстве органической продукции веществ или сочетаний нескольких веществ растительного, животного, микробиологического происхождения, обладающих фармакологической или биологической активностью, для осуществления ветеринарных мероприятий [*Электронный ресурс*]: *постановление М-ва сел.хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 15 марта 2019 г. № 19 // МСХ и продовольствия РБ.* – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/animal/f2033de503c71223.html/> – *Дата доступа: 05.04.2022.*

2. Мелешко, Н. И. Пораженность сортов земляники садовой серой гнилью / Н. И. Мелешко // Плодоводство на рубеже XXI века: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня обр. БелНИИ плодоводства (Беларусь, пос. Самохваловичи, 9-13 окт. 2000 г.). – Минск, 2000. – С. 160–161.

3. Натальина, О. Б. Болезни ягодников / О. Б. Натальина.—М.: Сельхозиздат, 1963.—272 с.

4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. издание / ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – С. 357–358.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НИЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж, 2007.—С. 410–431.

N.I. Meleshko, R.V. Supranovich

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

EFFICIENCY OF SERENADE ASO, SC BIOPREPARATION IN THE PROTECTION OF GARDEN STRAWBERRY FROM GREY ROT

Annotation. The occurrence of garden strawberry grey rot in 2020–2021 over the period of harvesting amounted to, on average, 13,9 % and 21,2 % respectively. A four time application of Serenade ASO, SC biological preparation (*Bacillus amyloliquifaciens*, strain QST 713) in a dose of 6,0–8,0 l/ha before harvesting held effectively the spread of the disease. In the field experiment on small plots the reduction of the number of infected berries amounted to from 55,4 % to 63,3 %, which affected the yield (up to 37,5 dt/ha).

Key words: garden strawberry, grey rot, occurrence, biopreparation, efficiency, yield.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 633.853.494 «324»:631.811.98
<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-261-271>

И.Г. Бруй, Е.В. Дунькович

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино*

ВЛИЯНИЕ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА СЕТАР, КС НА ПЕРЕЗИМОВКУ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022

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

Резюме. В статье показана эффективность применения регулятора роста Сетар, СК (дифенокназол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л), на озимом рапсе сорта Витовт, гибридов Мерседес и Мазари. Обработка посевов в стадию роста 4-5 настоящих листьев в норме расхода 0,5 л/га снижает высоту точки роста на 35,8–48,2 %, увеличивает диаметр корневой шейки в среднем на 6,3–16,2 %, повышает перезимовку в среднем на 14,0 % и 8,5 % на сорте Витовт и гибриде Мерседес и урожайность маслосемян на 2,4–5,4 ц/га в зависимости от сорта и гибрида.

Ключевые слова: регулятор роста, озимый рапс, точка роста, корневая шейка, масса наземной части, корневая система, перезимовка, урожайность.

Введение. Рапс – холодостойкое растение, но зимой нормально переносит морозы до -15°C без снежного покрова, а более низкие температуры – только при наличии хотя бы 5 см снежного покрова. В производстве необходимо адаптировать агроприемы в технологии возделывания, что бы предотвратить нежелательный верхушечный рост растений и формировать розетки рапса прижатые к почве. Многие исследователи показали, что опрыскивание посевов рапса озимого препаратами Фоликур, КС (250 г/л тебуконазола) и Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазола и 125 г/л тебуконазола) в осенний период обеспечило формирование более компактной розетки, увеличение диаметра корневой шейки растений и стимулирование накопления углеводов обеспечивших лучшую зимовку культуры. Вытягивание точки роста сильно зависит от нормы высева семян: чем ниже норма высева, тем

ниже интенсивность роста и выше ростотормозящая активность регуляторов роста на рапсе [1, 2, 5, 6]. Внесение препарата Фоликур БТ, КЭ повышало перезимовку рапса в Приморском крае на 11,0–16,8, а препарата Карамба, ВР – на 8,5–13,9 % [3]. Горлова, Л.А. отмечала, что даже в благоприятных для зимовки озимого рапса условиях при использовании регуляторов роста Фоликур БТ, КЭ и Карамба, ВР весной сохранилось растений на 7–11 % больше в сравнении с контролем, поражение болезнями снизилось на 3–4 балла, урожайность маслосемян превысила контроль – на 0,18–0,22 т/га [4].

Перспективно использование регулятора роста Сетар, СК в состав которого входят дифеноконазол, 250 г/л и паклобутразол, 125 г/л. В условиях Калининградской области препарат обеспечил более высокую перезимовку озимого рапса за счет лучшего развития корневой системы, снижения длины и утолщения стебля. Это привело к повышению урожайности с 27,2 до 29,8 ц/га [8].

В опытах в Краснодарском крае применение фунгицида Сетар, СК на озимом рапсе стимулировало ветвление, что обеспечило повышение урожайности на 18,9 %. Ханько, А.А. установила, что применение регуляторов роста стабильно повышают количество растений перед уборкой озимого рапса с 26,2 шт. до 36,0–44,2 шт/м² и урожайность от 26,5 (в контроле) до 30,3 ц/га при использовании 1,0 л/га фунгицида Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол и 125 г/л тебуконазола) [7].

По литературным данным, действующие вещества группы триазолов характеризуются способностью приостанавливать рост растений за счет повышения содержания в растениях цитокининов, а значит, подавления действия гиббереллинов и ауксинов – гормонов роста. Это способствует меньшему вытягиванию растений, повышает вероятность успешной зимовки культуры. Кроме того они проникают в ткани растений и борются с альтернариозом, фомозом и ложномучнистой росой [5, 9].

Цель работы заключалась в изучении влияния регулятора роста Сетар, СК на рост и развитие рапса в осенний период, перезимовку и урожайность различных сортов и гибридов озимого рапса.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению эффективности применения регулятора роста Сетар, СК (дифеноконазол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л), в норме расхода 0,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры в осенний период проводили в 2018–2021 гг. на полях Смолевичского района. Почва на опытном участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: рН (КС1) – 5,8–6,2, содержание гумуса – 1,8–2,2 %, фосфора 260–330 и калия – 370–400 мг на кг почвы. Предшественником для озимого рапса

был яровой ячмень. Площадь делянки 300–500 м², повторность четырехкратная. Объектом исследований являлся озимый рапс сорта Витовт (норма высева семян – 600 тыс./га) и гибриды Мерседес и Мазари (норма высева семян – 500 тыс./га). Срок сева: 21.08.2018 г., 24.08.2019 г., 28.08.2020 г.

Защита от сорняков, болезней и вредителей в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры по всем вариантам опыта одинаковая.

В период прекращения осенней вегетации культуры проведен морфологический анализ растений. Уровень перезимовки, структуру урожайности определяли по общепринятым методикам на закрепленных площадках. Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ-STAT.

Погодные условия в осенний период вегетации 2018 и 2020 гг., были благоприятными для роста и развития озимого рапса и в зиму растения уходили хорошо развитыми. Метеорологические условия в период осенней вегетации 2019 г. характеризовались недостатком влаги в сентябре, при среднесуточных температурах воздуха выше нормы, а октябрь был холоднее обычного, что сдерживало рост и развитие озимого рапса.

Результаты исследований и их обсуждение. Во все годы испытанной обработка озимого рапса в стадии 4–5 настоящих листьев культуры фунгицидом с регуляторными свойствами Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га оказывала значительное, сдерживающее рост растений, действие. Достоверное снижение высоты точки роста в среднем за три года составило 35,8–48,2 %, до 13–17 мм, при 22–29 мм в контроле, а диаметр корневой шейки увеличился на 6,3–16,2 %, в зависимости от сорта и гибрида (таблица 1).

Установлено снижение сырой массы наземной части озимого рапса в среднем за три года на 7,8–39,9 %, в зависимости от сорта (рисунок 1).

В 2019 году при недостатке влаги Сетар, СК снижал массу растений на 15,8 % (Витовт), 18,2 % (Мерседес) и 30,5 % (Мазари). В благоприятные годы (2018 и 2020 гг.) снижение массы растений составило в среднем 43,3 %, 20,7 % и 33,9 % соответственно. Т.е., чем интенсивнее растет растение, набирает массу, тем выше регуляторная активность препарата. Наряду со снижением надземной массы Сетар, СК оказывал влияние и на развитие корневой системы. В 2019 г. перед уходом в зиму в варианте применения препарата она была менее развита, а сырая масса ниже, чем в контроле на 13,4 % в среднем по сортам. В благоприятные годы масса корней на рапсе Мазари и Мерседес возросла в среднем на 11,7 и 51,2 %, а на сорте Витовт значительного влияния установлено не было.

Таблица 1 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на высоту точки роста и толщину корневой шейки озимого рапса

Вариант опыта	Высота точки роста, см					Диаметр корневой шейки, см						
	2018г.	± к контролю	2019г.	± к контролю	среднее	± к контролю, %	2018г.	± к контролю	2019г.	± к контролю	среднее	± к контролю, %
Сорт Витовт												
Контроль	3,54		1,81		2,08		0,96		0,87		0,80	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,05	-1,5	0,82	-1,0	0,98	-1,1	1,26	0,3	1,10	0,2	0,71	-0,1
Гибрид Мерседес												
Контроль	3,25		1,11		2,10		1,35		1,07		0,91	
Сетар, СК 0,5 л/га	1,74	-1,5	1,24	0,1	1,17	-1,1	1,45	0,1	0,94	-0,1	1,15	0,2
Гибрид Мазари												
Контроль	4,12		2,11		2,46		1,41		1,02		0,91	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,61	-1,5	1,10	-1,0	1,33	-1,1	1,62	0,2	1,10	0,1	1,15	0,2
Среднее по сорту и гибридам												
Контроль	3,64		1,67		2,21		1,24		0,99		0,87	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,13	-1,5	1,05	-0,62	1,16	-1,1	1,44	0,2	1,05	0,06	1,00	0,1
<i>НСР₀₅ по препа- рату</i>	0,59		0,38		0,30		0,14		0,06		0,12	
<i>НСР₀₅ по сортам</i>	0,53		0,46		0,17		0,12		0,12		0,14	
<i>НСР₀₅ для срав- нения частных средних</i>	0,34		0,21		0,24		0,07		0,07		0,10	

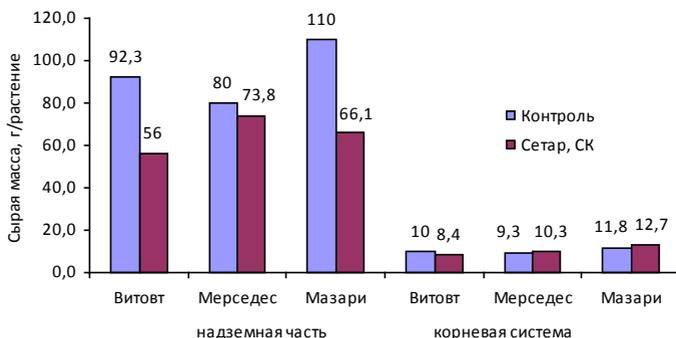


Рисунок 1 – Сырая масса надземной части и корневой системы озимого рапса в осенний период вегетации, г/растение

Если рассматривать повышение значения «соотношения масса наземной части к массе корней» (Е:), как индикатор наличия стресса у растений, то можно сказать, что применение регулятора роста Сетар, СК на озимом рапсе даже в условиях недостатка почвенной влаги в период осенней вегетации не оказывает негативного влияния на развитие озимого рапса. В среднем по опыту значение Е: в варианте применения регулятора роста Сетар, СК снижалось по сравнению с контролем, как в благоприятные годы с 8,9:1 до 5,1:1, так и в 2019 г. с 11,2:1 до 10,3:1 (таблица 2).

Таблица 2 – Соотношение сырой массы надземной части и корневой системы озимого рапса в конце осенней вегетации

Сорт, гибрид	Вариант опыта	Соотношение сырая масса надземной части: сырая масса корней, Е:	
		неблагоприятный 2019 г.	благоприятный (среднее за 2018, 2020 гг.)
Витовт	Контроль	12,4 : 1	8,4 : 1
	Сетар, СК	13,4 : 1	5,1 : 1
Мерседес	Контроль	11,3 : 1	7,6 : 1
	Сетар, СК	11,9 : 1	5,0 : 1
Мазари	Контроль	10,1 : 1	8,9 : 1
	Сетар, СК	7,5 : 1	5,3 : 1
Среднее	Контроль	11,2 : 1	8,9 : 1
	Сетар, СК	10,3 : 1	5,1 : 1

Обработка интенсивно растущего рапса препаратом Сетар, СК способствует формированию растений с развитой корневой системой, при сдерживании верхушечного роста. Коэффициент корреляции между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в вариантах обработки в благоприятные для развития культуры годы составил $r=0,789$, сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением линейной зависимости ($R^2=0,623$) (рисунок 2).

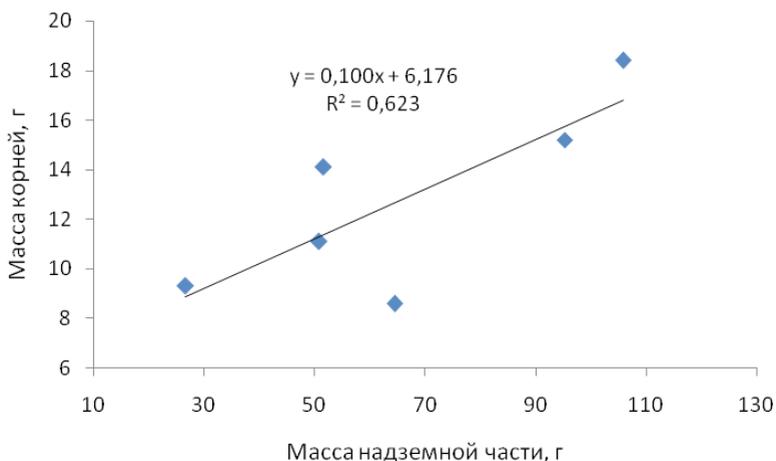


Рисунок 2 – Связь сырой массы наземной части (x) и сырой массы корневой системы (y) озимого рапса в контроле в осенний период вегетации при применении препарата Сетар, СК

Наблюдения и учеты, проведенные в осенний период, показали, что внесение Сетара, СК в фазу 4–5 настоящих листьев озимого рапса стимулирует закладку боковых почек ветвления. К концу осенней вегетации их число увеличилось на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 75 %, на сорте Мерседес – на 29 % и на гибриде Мазари – на 64 % (рисунок 3).

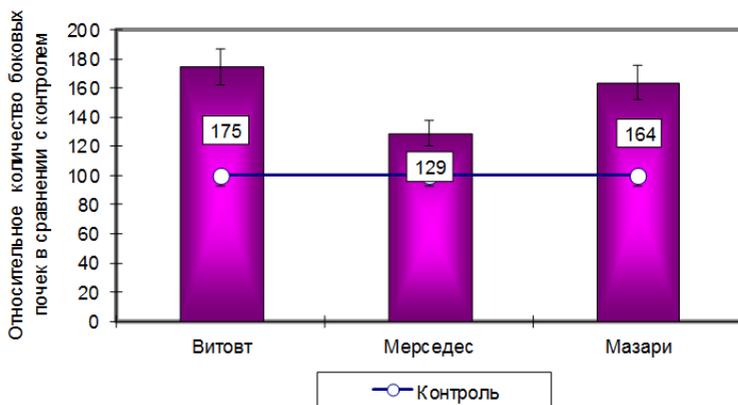


Рисунок 3 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на осеннюю закладку боковых почек

В целом в годы исследований условия зимовки были благоприятными: в среднем по опыту перезимовка рапса составила 79,6 %, причем значительного отклонения по сорту и гибридам не установлено. Регуляция роста культуры препаратом Сетар, СК повышала рассматриваемый показатель в среднем на 14,0 % у сорта Витовт и на 8,5 % гибрида Мерседес. Перезимовка озимого рапса Мазари повысилась на 11,5 % только в 2018/2019 г., два последующих года рассматриваемый показатель снижался на 14,0 и 10,0 % (таблица 3). Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год, когда рапс хуже всего перезимовал (2018/2019 гг.): число растений рапса на 1 м² сохранилось на 10,3 шт. у сорта Витовт, на 5,5 шт. у гибрида Мерседес и на 5,6 растений у гибрида Мазари.

Таблица 3 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на перезимовку рапса, %

Вариант опыта	Перезимовка, %							
	2018/ 2019 гг.	+кон- тролю	2019/ 2020 гг.	+кон- тролю	2020/ 2021 гг.	+кон- тролю г	сред- нее	+кон- тролю
Витовт								
Контроль	68,5		75		89,0		77,5	
Сетар, СК, 0,5 л/га	85,0	16,5	97,0	22,0	92,5	3,5	91,5	14,0
Мерседес								
Контроль	64,0		92,0		85,5		80,5	
Сетар, СК, 0,5 л/га	75,0	11,0	92,0	0,0	100	14,5	89,0	8,5
Мазари								
Контроль	73,5		93		76,0		80,8	
Сетар, СК, 0,5 л/га	85,0	11,5	79,0	-14,0	66,0	-10,0	76,7	-4,2
Среднее по сорту и гибридам								
Контроль	68,7		86,7		83,5		79,6	
Сетар, СК, 0,5 л/га	81,7	13,0	89,3	2,6	86,2	2,7	85,7	6,1

Сдерживание верхушечного роста препаратом Сетар, СК повышало число перезимовавших растений рапса сорта Витовт на 6,7 шт/м², гибрида Мерседес на 4,2 шт. Число растений рапса гибрида Мазари снизилось на 2,3 шт/м².

В благоприятные годы для зимовки озимого рапса применение регулятора роста Сетар, СК повысило перезимовку культуры в среднем по опыту на 6,1 %.

Осеннее внесение регулятора роста Сетар, СК повлияло на высоту растений рапса к уборке, которая снизилась на сорте Витовт в среднем на 9,9 см, гибридах Мерседес и Мазари – на 8,7 и 8,2 см соответственно.

Несмотря на то, что осенью применение регулятора роста повышало число почек ветвления на всех гибридах и сорте, на гибриде Мерседес ежегодно к уборке формировалось меньшее число боковых ветвей первого порядка, чем в контроле: в среднем за три года на 11,3 %. Кроме того, Сетар, СК не оказал значимого влияния на число стручков на растении, что вероятнее всего, связано с меньшей длиной корневой системы на 4,3 % в данном варианте относительно контроля. На сорте Витовт и гибриде Мазари применение регулятора роста Сетар, СК позволило сформировать растения с большим на 8,4 и 16,1 % числом стручков соответственно (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на морфоструктурные показатели озимого рапса, %

Вариант опыта	Среднее за 2019–2021 гг.				
	число ветвей, шт/растение	±контролю %	число стручков, шт/растение	±контролю %	масса 1000 семян, г
Сорт Витовт					
Контроль	8,7		239		4,8
Сетар, СК, 0,5 л/га	9,2	5,7	259	8,4	5,0
НСР ₀₅	0,5		23		0,4
Гибрид Мерседес					
Контроль	9,7		293		4,9
Сетар, СК, 0,5 л/га	8,6	-11,3	292	-0,3	4,9
НСР ₀₅	0,8		не дост.		не дост.
Гибрид Мазари					
Контроль	8,9		274		5,0
Сетар, СК, 0,5 л/га	10,7	20,2	318	16,1	4,9
НСР ₀₅	0,7		50		0,2
Среднее по сорту и гибридам					
Контроль	9,1		269		4,9
Сетар, СК, 0,5 л/га	9,5	4,5	290	7,7	4,9

Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по сортам от 21,6 до 26,0 ц/га. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осеннего внесения препарата Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту на 4,1 ц/га или 17,3 %.

Наибольшая эффективность применения регулятора роста получена на сорте Витовт и гибриде Мазари – рост урожайности составил 4,4 и 5,4 ц/га (20,4 и 22,9 %) соответственно. На гибриде Мерседес менее интенсивного типа развития рост урожайности составил в среднем 2,4 ц/га или 9,2 % (рисунок 4).

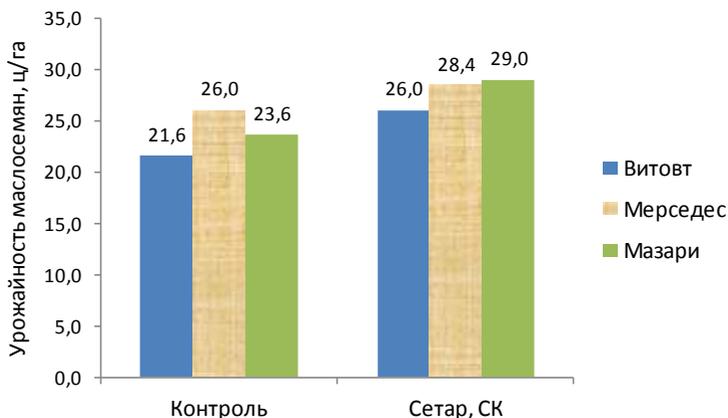


Рисунок 4 – Урожайность озимого рапса после внесения препарата Сетар, СК в осенний период вегетации, ц/га

Выводы.

1. Обработка посевов озимого рапса регулятором роста Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста в среднем с 22–29 мм до 13–17 мм, т.е. на 35,8–48,2 % по сравнению с контролем. Диаметр корневой шейки в среднем по сортам за годы исследований увеличился на 6,3–16,2 %.

2. Корреляционный анализ выявил тесную связь ($r=0,789$) между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в варианте с применением препарата Сетар, СК. Сопряженная изменчивость этих показателей описывалась уравнением линейной зависимости ($R^2=0,623$).

3. Применение регулятора роста Сетар, СК на озимом рапсе даже в условиях недостатка почвенной влаги в период осенней вегетации не оказывает негативного влияния на развитие озимого рапса. В среднем по опыту значение соотношения «масса наземной части к массе корней»: в варианте применения регулятора роста Сетар, СК снижалось как в благоприятные годы с 8,9:1 до 5,1:1, так и при недостатке влаги с 11,2:1 до 10,3:1.

4. В неблагоприятных условиях в осенний период: применение регулятора роста Сетар, СК привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 15,8 % и 22,4 %, Мерседес – на 18,2 % и 15,8 %, Мазари – на 30,5 % и 6,5 % соответственно.

5. В благоприятных условиях в осенний период:

- применение регулятора роста Сетар, СК снизило массу надземной части в среднем за три года на 43,3 % (Витовт), 33,9 % (Мазари) и

20,7 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у гибридов Мазари и Мерседес на 11,7 и 51,2 % соответственно, а у сорта Витовт – уменьшилась на 6,6 %;

6. Осенняя регуляция роста препаратом Сетар, СК

- повысила число точек ветвления осенью на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 75 %, на сорте Мерседес – на 29 %, на гибриде Мазари – на 64 %.

- улучшила перезимовку в среднем на 14,0 и 8,5 % на сорте Витовт и Мерседес и снизила на 4,2 % на гибриде Мазари.

- сохранила весной большее на 6,7 и 4,2 число растений/м² сорта Витовт и Мерседес.

7. Большая интенсивность закладки боковых ветвей с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего числа ветвей первого порядка к уборке: на гибриде Мерседес формировалось в среднем на 11,3 % веток меньше, на сорте Витовт и гибриде Мазари больше – на 5,7 %, и 20,2 % соответственно в сравнении с контролем.

8. Во все годы применения регулятора роста Сетар, СК с осени на Витовте и Мазари получено большее число стручков на растениях в сравнении с контролем: в среднем на 8,4 и 16,1 %. На гибриде Мерседес данный показатель изменялся по годам от минус 30 % до плюс 19,7 %.

9. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осенней регуляции роста препаратом Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту на 4,1 ц/га или 17,3 %.

Наибольшая эффективность применения регулятора роста получена на сорте Витовт и гибриде Мазари – рост урожайности составил 4,4 и 5,4 ц/га (20,4 и 22,9 %) соответственно. На гибриде Мерседес менее интенсивного типа развития рост урожайности составил в среднем 2,4 ц/га или 9,2 %.

Список литературы

1. Бончковская, Е. Влияние хлормеквата (ССС) и паклобузазола на рост и урожайность озимого рапса / Е. Бончковская, Т. Прачик, С. Стачеки // Защита растений. – 2006. – № 46(2). – С. 291–294.

2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимого рапса и сурепицы: метод. реком. / Н. И. Бочкарев [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 48 с.

3. Гаджикурбанов, А. Ш. Влияние препаратов роста на продуктивность сортов озимого рапса в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан / А. Ш. Гаджикурбанов // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2020. – №4. – С. 9–12.

4. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края /Л.А. Горлова, В.В. Сердюк, О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2019.– №8.– С. 76–78.

5. Пивень, В.Т. Снижение вредоносности болезней озимого рапса / В. Т. Пивень, О. А. Сердюк / Масличные культуры. – Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – Вып. 2 (144-145). – С. 15–17.

6. Сердюк, О.А. Сравнительная оценка эффективности препаратов из группы триазолов против склеротиниоза и фомоза на рапсе озимом / О.А. Сердюк // Сельскохозяйственный журнал. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-effektivnosti-preparatov-iz-gruppy-triazolov-protiv-sklerotinioza-i-fomoza-na-rapse-ozimom>.

7. Ханько, А.А. Применение регуляторов роста фунгицидного действия на озимом рапсе / А.А. Ханько, Н.С. Колосова, Е.И. Шершнева // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (г. Горки, 16–17 февраля 2017 г.). – Горки: БГСХА, 2017. – С. 246–248.

8. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О. А. Шаповал [и др.]. – М: ВНИИА, 2009. – 60 с.

9. Berry, P.M. Understanding the effect of a triazole with anti-gibberellin activity on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*) / P.M. Berry, J.H. Spink. // The Journal of Agricultural Science. – 2009. – Vol. 147. – P. 273–285.

I.G. Brui, E.V. Dunkovich

*Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming,
Zhodino*

EFFECT OF AUTUMN APPLICATION OF SETAR, SC ON WINTER RAPESEED OVERWINTER SURVIVAL AND YIELD

Annotation. The effectiveness of Setar, SC growth regulator (difenoconazole, 250 g/l + paclobutrazol, 125 g/l) in winter rapeseed var. Vitovt and Mercedes and Mazari hybrids is shown. The application of the preparation in the phase of 4–5 leaves at the application rate of 0,5 l/ha reduces the height of the growing point by 35,8–48,2 %, increases the diameter of the root crown on the average by 6,3–16,2 %, increases overwinter survival on average by 14,0 and 8,5 % on Vitovt variety Mercedes hybrid, and the oilseed yield by 2,4–5,4 dt/ha depending on the variety.

Key words: growth regulator, winter rapeseed, growing point, root crown, aboveground biomass weight, root system, overwinter survival, yield.

И.Г. Бруй, В.В. Холодинский

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г Жодино*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА АРХИТЕКТ, СЭ В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022

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

Аннотация. В статье показана эффективность применения регулятора роста Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пираклостробин, 100 г/л + прогексадион-кальция, 25 г/л) на озимом рапсе сорта Витовт, гибридов Мерседес и Мазари. Обработка посевов в стадии развития культуры 4–5 настоящих листьев в норме расхода 1,5 л/га снижает высоту точки роста на 47,7–55,2 %, увеличивает диаметр корневой шейки в среднем на 13,5–22,8 %, повышает перезимовку культуры на 3,7–2,3 % и урожайность маслосемян на 5,8–10,2 ц/га в зависимости от сорта и гибрида.

Ключевые слова: регулятор роста, озимый рапс, точка роста, корневая шейка, масса надземной части, корневая система, перезимовка, урожайность.

Введение. Рапс одна из основных масличных культур в Европе. Создание высокоурожайных сортов с высокими показателями качества маслосемян стали основой расширения посевных площадей этой культуры в Беларуси: производство маслосемян возросло до 731,3 тыс. т или в 4,9 раза к 2005 г. и уборочная площадь рапса составила в 2020 г. 363,6 тыс. га [6].

Расширение площадей под культурой требует совершенствования технологических подходов в выращивании культуры в конкретных почвенно-климатических условиях с учетом потенциала сорта. Объемы выращивания рапса имеют прямую связь между быстрым развитием производства рапса и применением инновационных достижений сельскохозяйственной науки [9, 10].

Данными научных и практических исследований установлено, что 70 % урожайности озимого рапса определяется его развитием до наступления зимнего покоя [11]. Соблюдение сроков сева, баланса питательных веществ, применение разных видов микроудобрений с осени позволяют растениям рапса накопить достаточное количество сахаров в корневой шейке, тем повысить перезимовку культуры. Важно, что бы до наступления морозов растение хорошо развилось и имело не менее 5–8 настоящих листьев, оптимально – 8–12 шт., диаметр корневой шейки от 7 до 14 мм. Однако центральный побег при этом не должен тронуться в рост, и точка

роста должна быть не более 2 см., т.к. вытянувшийся осенью рапс сильнее повреждается морозами [5, 7], т.е. необходимо формировать хорошо развитое растение с широкой в диаметре корневой шейкой и короткой точкой роста. В таком виде растения рапса при минимальном снежном покрове будут иметь больше шансов выжить (перезимовать). Предотвратить вытягивание рапса можно применяя регуляторы роста в стадии 4–6 настоящих листьев культуры [1, 2, 10, 8].

Цель работы заключалась в изучении влияния регулятора роста Архитект, СЭ на рост и развитие рапса в осенний период, перезимовку и урожайность различных по морфотипу и интенсивности роста сортов и гибридов озимого рапса.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению эффективности применения регулятора роста Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пиракlostробин, 100 г/л + прогексадион-кальция, 25 г/л), в норме расхода 1,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры в осенний период проводили в 2018–2021 гг. на полях Смоленского района. Почва на опытном участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: pH (KCl) – 5,8–6,2, содержание гумуса – 1,8–2,2 %, фосфора 260–330 и калия – 370–400 мг/кг почвы. Предшественником для озимого рапса был яровой ячмень. Площадь делянки 300–500 м², повторность четырехкратная. Объектом исследований являлся озимый рапс сорта Витовт (норма высева семян – 600 тыс./га) и гибриды Мерседес и Мазари (норма высева семян – 500 тыс./га). Срок сева: 21.08.2018 г., 24.08.2019 г., 28.08.2020 г.

Защита от сорняков, болезней и вредителей проводилась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры по всем вариантам опыта одинаковая.

Оценку развития растений проводили после прекращения осенней вегетации культуры. Уровень перезимовки, структуру урожайности определяли по общепринятым методикам на закрепленных площадках. Уборку посевов в опытах осуществляли методом прямого комбайнирования по-деляночно с последующим пересчетом урожайности на 100 % чистоту и стандартную влажность (9 %).

Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ-STAT.

Погодные условия в осенний период вегетации 2018 г. были благоприятными для роста и развития озимого рапса. В сентябре, когда рапс набирал листовую массу, температура воздуха и количество атмосферных осадков были выше нормы. Октябрь так же был теплее, чем обычно, при достаточном увлажнении почвы. Метеорологические условия в период осенней вегетации 2019 г. существенно отличались от среднесуточных показателей. Среднесуточная температура воздуха

в 1–2 декаде сентября была выше нормы, а количество атмосферных осадков составляло лишь 22 % от среднееголетних значений. Конец сентября – начало октября были холоднее обычного, что сдерживало рост и развитие озимого рапса. Осенняя вегетация рапса в 2020 г. проходила в благоприятных условиях: за период «сентябрь–первая декада ноября» сумма положительных температур превысила норму на 41,5 %, при равномерном выпадении атмосферных осадков.

Результаты исследований и их обсуждение. Основная цель применения регуляторов роста на рапсе озимом осенью – не позволить растениям перейти в фазу стеблевания, при этом не снизить интенсивность нарастания листьев и закладку боковых почек. Перед уходом посевов в зиму, в период устойчивого прекращения вегетации, для оценки состояния ценоза и эффективности препаратов проведена оценка морфоструктурных показателей растений: высоты точки роста, диаметра (толщины) корневой шейки, длины корневой системы и интенсивности закладки в пазухах листьев боковых почек.

Установлено, что в среднем по культуре за 2018–2020 гг. высота точки роста в контроле составляет от 2,14 до 2,89 см, в зависимости от сорта. Так как среднесуточные температуры в сентябре – октябре 2018 и 2020 гг. были выше нормы, рапс хорошо развивался и высота точки роста в среднем по сортам составила в контроле 3,64 и 2,21 см соответственно и имела вытянутую форму. Достоверных отличий по сорту и гибридам по рассматриваемому показателю установлено не было.

Обработка посевов регулятором роста Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га активно тормозила рост растений. На момент учетов точка роста имела округлую форму с четкими краями, и ее высота снизилась в 2018 г. на 1,9–2,3 см или на 46,3–65,8 %. В 2020 г. высота точки роста снизилась в среднем по опыту с 2,21 см до 1,25 см (на 43,4 %). В течение трех лет обработка посевов рапса в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста на 45,1–55,1 %, которая не превышала 11–14 мм при высоте в контроле 21–29 мм (таблица 1).

Установлено, что толщина корневой шейки не зависит от высоты точки роста ($r = 0,19$). Однако применение регулятора роста Архитект, СЭ наряду со снижением её высоты увеличивала диаметр корневой шейки озимого рапса в среднем по сортам за годы исследований на 17,4 %. В благоприятных для развития культуры в 2018 и 2020 гг. диаметр корневой шейки у растений рапса увеличивался на 9,6–37,5 % и 22,5–49,5 % соответственно, в зависимости от сорта и гибридов. В 2019 г. влияние регулятора роста на высоту точки роста было достоверно на сорте Витовт и гибриде Мазари: высота снизилась на 1,0 и 1,4 см, а диаметр корневой шейки изменялся недостоверно, однако наблюдалась тенденция его снижения. Данный факт можно объяснить значительным недостатком влаги в период вегетации рапса в этом году: в сентябре и октябре выпало осадков 21 и 19 % от нормы соответственно и внесение регулятора роста несколько тормозило рост корневой шейки (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние регулятора роста Архитект, СЭ на высоту точки роста и толщину корневой шейки озимого рапса

Вариант опыта	Высота точки роста, см					Толщина корневой шейки, см								
	2018	± к контролю	2019	± к контролю	2020	± к контролю	2018	± к контролю	2019	± к контролю	2020	± к контролю	среднее	± к контролю, %
Сорт Витовт														
Контроль	3,54		1,81		2,08		2,47		0,96		0,87		0,88	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,21	-2,3	0,82	-1,0	1,3	-0,78	1,11	-55,1	1,32	0,4	0,93	0,1	0,98	0,2
Гибрид Мерседес														
Контроль	3,25		1,11		2,10		2,15		1,35		1,07		1,11	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,21	-2,0	1,11	0	1,22	-0,88	1,18	-45,1	1,48	0,1	0,9	-0,1	1,36	0,5
Гибрид Мазари														
Контроль	4,12		2,11		2,46		2,89		1,41		1,02		0,91	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	2,21	-1,9	0,72	-1,4	1,22	-1,24	1,38	-47,7	1,68	0,3	0,90	-0,1	1,26	0,4
Среднее по сорту и гибридам														
Контроль	3,64		1,67		2,21		2,51		1,24		0,99		0,87	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,54	-2,1	0,88	-0,8	1,25	0,96	1,22	-51,3	1,49	0,3	0,91	-0,1	1,20	0,3
НСР ₀₅ по препарату	0,61		0,38		0,26				0,09		0,18		0,16	
НСР ₀₅ по сортам	0,53		0,41		0,14				0,14		0,24		0,29	
НСР ₀₅ для сравнения частных средних	0,36		0,37		0,27				0,07		0,09		0,12	

Корреляционный анализ выявил тесную корреляционную связь ($r=0,883$) между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в контрольных вариантах. Сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2 = 0,933$):

$$Y = 0,001 x^2 - 0,098 x + 7,267,$$

где Y – сырая масса корней, г; x – сырая масса наземной части растений, г.

Известно [3], что вес надземной массы у растений нарастает быстрее, чем вес корней, а соотношение их сдвигается в сторону увеличения доли надземной части в общем весе растения.

В среднем по сортам за три года испытаний соотношение сырой массы наземной части и корневой системы у озимого рапса составило 7,8:1. Но, необходимо отметить наибольшую интенсивность роста у гибрида Мазари, как по вегетирующей части, так и по корневой системе – 110,0 г и 11,8 г/растение соответственно, а соотношение массы надземной части и корневой системы составило 9,3:1. На втором месте по формированию массы был сорт Витовт – 92,3 г и 10,0 г/растение соответственно с соотношением 9,2:1. Наименьшую массу формировал гибрид Мерседес с массой наземной части и корней 80,0 и 93,0 г в соотношении 8,6: 1.

Медведев С.С. [4] отмечал, что торможение роста растений, вызванное неблагоприятными факторами внешней среды сопровождается ростом соотношения масса надземной части: масса корней. В наших опытах установлено, что в 2019 г. при недостатке влаги в осенний период (сентябрь 21 % от нормы, октябрь – 41 % от нормы) формировались растения с максимальным в опытах соотношением (Витовт – 12,4:1, Мазари – 10,1:1, Мерседес – 11,3:1). Таким образом, можно сказать, что в стрессовых, неблагоприятных условиях роста в осенний период, растения стремятся к большему накоплению надземной массы, чем корневой системы (таблица 2). Наряду с тем, что применение регулятора роста Архитект, СЭ в таких условиях привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 13,8 % и 27,6 %, Мерседес – на 9,0 % и 26,3 %, Мазари – на 24,2 % и 12,0 % соответственно. На сорте Витовт и гибриде Мерседес соотношение «сырая масса надземной части: сырая масса корней» возросло в сравнении с контролем до 14,8:1 и 13,9:1, т.е. можно предположить, что применение регуляторов роста в таких условиях усиливает стресс у растений рапса.

Однако гибрид более интенсивного роста Мазари лучше противостоят стрессу, он имел в 2019 г. значение данного соотношения в контроле и после внесения регулятора роста 10,1 : 1 и 8,7 : 1 соответственно.

Таблица 2 – Соотношение сырой массы надземной части и корневой системы озимого рапса перед уходом в зиму

Сорт, гибрид	Вариант опыта	Соотношение сырая масса надземной части: сырая масса корней	
		неблагоприятный 2019 г.	благоприятный (среднее за 2018,2020 гг.)
Витовт	Контроль	12,4 : 1	8,4 : 1
	Архитект, СЭ	14,8 : 1	5,9 : 1
Мерседес	Контроль	11,3 : 1	7,6 : 1
	Архитект, СЭ	13,9 : 1	5,0 : 1
Мазари	Контроль	10,1 : 1	8,9 : 1
	Архитект, СЭ	8,7 : 1	5,0 : 1
Среднее	Контроль	11,2 : 1	8,9 : 1
	Архитект, СЭ	11,7 : 1	5,3 : 1

В благоприятных условиях вегетации применение регулятора роста, наряду с закономерным снижением массы надземной части в среднем за два года на 17,9–33,7 %, не оказывало негативного влияния на развитие корневой системы, масса которой возросла в среднем на 9,1–25,0 %, а доля надземной части снизилась до 5,0–5,9 : 1 против 7,6–8,4 : 1 в контроле, что говорит об отсутствии стресса у растения, а обработка Архитектом, СЭ обеспечивает гармоничное развитие растений, стимулируя рост корневой системы, при сдерживании верхушечного роста. Коэффициент корреляции между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в обработанных вариантах составил $r=0,926$, сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,879$) (рисунок 1).

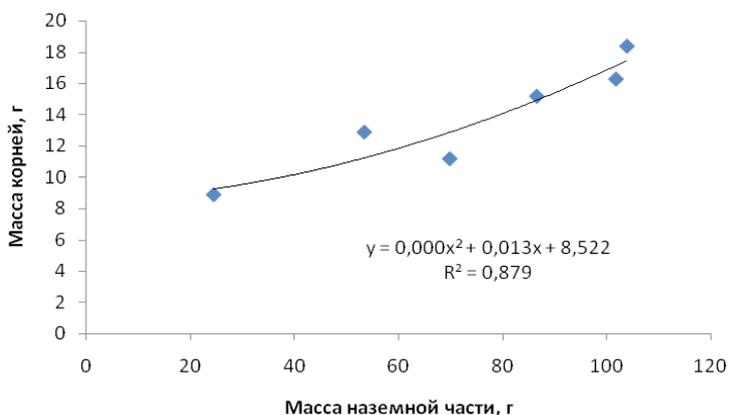


Рисунок 1 – Связь сырой массы наземной части (X) и сырой массы корневой системы (Y) растения озимого рапса в осенний период вегетации в варианте применения препарата Архитект, СЭ

Надо отметить, что связь между сырой массой корней и наземной массы значительно снижается в годы с недостатком влаги в осенний период. При включении в корреляционный анализ такого года коэффициент корреляции по обработанным вариантам составил $r=0,574$, сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,570$):

$$Y = 0,003 x^2 - 0,346 x + 16,22,$$

где Y – сырая масса корней, г/растение, x – сырая масса наземной части растений, г/растение.

В среднем за три года обработка посевов препаратом Архитект, СЭ снизила массу наземной части на 21,1 % (Витовт), на 38,0 % (Мазари) и на 5,1 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у рапса сорта Мерседес на 40,9 %, сорта Мазари уменьшилась – на 38,3 %. На развитие корневой системы озимого рапса Витовт регулятор роста Архитект, СЭ в среднем за годы испытаний не оказал значимого влияния.

Известно, что к концу осенней вегетации в пазухах листьев закладываются боковые точки роста, из которых в будущем формируются боковые ветви. Кроме того, рапс, обладая хорошей восстанавливающей вегетативной способностью, при повреждении точки роста в зимний период, может быстро компенсировать эти повреждения боковым ветвлением. И если точки роста сформировались с осени, то процесс весенней регенерации запускается раньше и интенсивнее.

Применение регулятора роста Архитект, СЭ повысило число точек ветвления на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 83,0 %, на сорте Мерседес – на 52,0 % и на гибриде Мазари – на 18,0 %.

Соблюдение регламента возделывания рапса: сроков сева, норм высева, защиту от сорняков, вредителей, болезней, а так же применение регуляторов роста способствует формированию оптимального габитуса растений, который характеризуется наличием не менее 6–8 настоящих листьев, сниженным углом их расположения относительно почвы и плотной, низкой корневой шейки.

В годы исследований условия зимовки и период весенней вегетации рапса были благоприятными для озимого рапса. В контроле перезимовка в среднем по сорту и гибридам составила от 68,7 % в 2018/2019 гг. до 86,7 % в 2019/2020 гг. Перезимовка рапса сорта Витовт в среднем за три года составила 77,5 %, гибридов Мерседес и Мазари 80,8 и 80,8 % соответственно. Регуляция роста культуры препаратом Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га сохраняла рассматриваемый показатель в среднем на 12,3 % у сорта Витовт, гибрида Мерседес – на 3,7 %, гибрида Мазари – на 11,0 % (таблица 3).

Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год с наименьшим уровнем перезимовки культуры (2018/2019 гг.): число растений

рапса на 1 м² увеличилось на 12,7 шт. у сорта Витовт, на 4,4 шт. у гибрида Мерседес и на 9,0 шт. у гибрида Мазари по сравнению с контролем.

При посеве озимого рапса сорта Витовт с нормой высева 600 тыс./га всхожих семян весной возобновляли вегетацию в контроле в среднем 43,2 растения/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 49,9 растений/м². При посеве гибридов с рекомендуемой нормой высева 500 тысяч на гектар перезимовало растений гибрида Мерседес в контроле – 40,4 на м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 42,3 шт/м², Мазари соответственно – 40,1 и 45,5 шт/м². Применение регулятора роста Архитект, СЭ повысило количество перезимовавших растений культуры в среднем по трем сортам за три года на 9,0 %.

Таблица 3 – Влияние регулятора роста Архитект, СЭ на перезимовку озимого рапса, %

Вариант опыта	Перезимовка, %							±кон-тролю
	2018/2019	±кон-тролю	2019/2020	±кон-тролю	2020/2021	±кон-тролю	среднее	
Сорт Витовт								
Контроль	68,5		75		89,0		77,5	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	89,0	20,5	80,5	5,5	100,0	11,0	89,8	12,3
НСР ₀₅	6,4		5,1		6,9			
Гибрид Мерседес								
Контроль	64,0		92		85,5		80,5	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	72,5	8,5	97,5	5,5	82,5	-3,0	84,2	3,7
НСР ₀₅	7,3		5,5		6,2			
Гибрид Мазари								
Контроль	73,5		93		76,0		80,8	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	92,0	18,5	94	1,0	89,5	13,5	91,8	11,0
НСР ₀₅	7,3		не дост.		4,8			
Среднее по сорту и гибридам								
Контроль	68,7		86,7		83,5		79,6	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	84,5	15,8	90,7	4,0	90,7	7,2	88,6	9,0

Несмотря на то, что осенью применение регулятора роста повышало интенсивность закладки почек ветвления на всех гибридах и сорте, к уборке на растениях рапса гибрида Мерседес в 2019 и 2020 гг. сформировалось на 7,1 и 14,9 % соответственно ветвей первого порядка меньше в сравнении с контролем, в среднем за три года на 4,1 %. На сорте Витовт во все годы испытаний сохранялось на 10,4–13,2 % больше ветвей, чем в контроле, на гибриде Мазари – число ветвей в среднем за три года повысилось на 26,7 % (таблица 4). Можно сказать, что большая интенсивность закладки боковых ветвей с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего их числа к уборке.

Однако во всех случаях применения регулятора роста Архитект, СЭ с осени получено большее число стручков на растениях всех гибридов и сорта. Видимо, существует сортовая особенность восприятия регуляторов роста. Например гибрид Мерседес с осени имел более развитую корневую систему, которая вероятнее всего, сохранилась и в период весенне-летней вегетации, что и обеспечило формирование большего на 35 шт. (12,6 %) числа стручков на растении в сравнении с контролем. На сорте Витовт применение регулятора роста Архитект, СЭ позволило сформировать растения с большим на 29 шт. или 12,1 % числом стручков, а на гибриде Мазари на 131 шт. или 48,2 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние регулятора роста Архитект, СЭ на морфоструктурные показатели озимого рапса, %

Вариант опыта	Среднее за 2019–2021 гг.				
	число ветвей, шт/растение	±контролю %	число стручков, шт/растение	±контролю %	масса 1000 семян, г
Сорт Витовт					
Контроль	8,7		239		4,8
Архитект, СЭ	9,7*	11,5	268*	12,1	4,9
НСР ₀₅	0,6		21		0,4
Гибрид Мерседес					
Контроль	9,7		293		4,9
Архитект, СЭ	9,3	-4,1	331*	12,6	4,9
НСР ₀₅	0,7		27		0,3
Гибрид Мазари					
Контроль	8,9		274		5,0
Архитект, СЭ	11,2*	26,7	406*	48,2	4,9
НСР ₀₅	0,5		54		0,1
Среднее по сорту и гибридам					
Контроль	9,1		269		4,9
Архитект, СЭ	10,1	11,0	335	24,5	4,9

* Достоверное отклонение к контролю.

Установлено, что наибольшее число стручков на растении сформировал гибрид Мазари – в среднем по опыту 340 стручков на растении, на гибриде Мерседес и сорте Витовт – в среднем 312 и 254 стручка на одном растении соответственно.

Масса 1000 семян озимого рапса в среднем за годы исследований составила 4,9 г, хотя по годам исследований у сорта Витовт она изменялась от 4,3 до 5,7 г, у гибрида Мерседес – 4,1–5,4 г, у гибрида Мазари рассматриваемый показатель был наиболее стабилен по годам исследований – 4,9–5,0 г.

Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по опыту 23,7 ц/га, однако она отличалась по

сортам: Витовт – 21,6 ц/га, Мерседес – 26,0 ц/га, Мазари – 23,6 ц/га. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осенней регуляции роста препаратом Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту до 31,3 ц/га, сохранный урожай составил 7,6 ц/га или 32,0 % (рисунок 2).

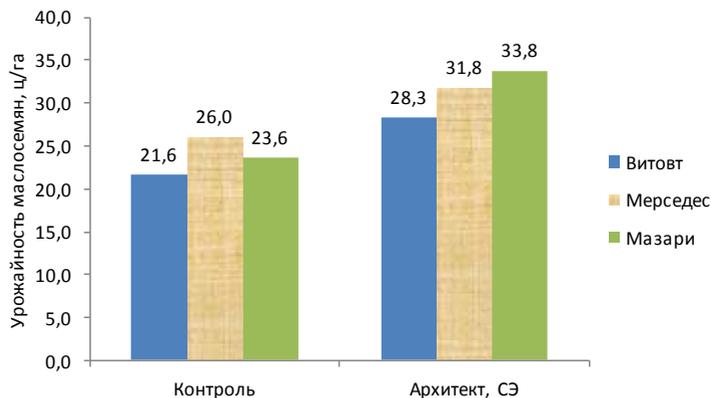


Рисунок 2 – Урожайность озимого рапса после внесения препарата Архитект, СЭ в осенний период вегетации, ц/га (среднее за 2019–2021 гг.)

Наибольшую эффективность обеспечило внесение регулятора роста на гибриде Мазари – рост урожайности составил 10,2 ц/га (43,2 %), примерно равная эффективность препарата Архитект, СЭ получена на Витовте и Мерседесе – плюс 6,7 ц/га (31,0 %) и 5,8 ц/га (22,3 %) соответственно. Максимальный рост урожайности был получен в 2019 году, когда уровень перезимовки был самым низким за годы исследований – урожайность рапса сорта Витовт возросла с 20,0 до 30,1 ц/га, гибрида Мазари – с 17,6 до 36,6 ц/га, гибрида Мерседес – с 20,9 до 32,8 ц/га.

Выводы.

1. Установлено, что при посеве озимого рапса с нормой высева гибридов 500 тыс./га и сорта – 600 тыс./га в оптимальные сроки высота точки роста у растений в период прекращения осенней вегетации составляла от 16 до 36 мм, и зависела от погодных условий.

2. Обработка посевов регулятором роста Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста в среднем на 45,1–55,1 %, и не превышала 11–14 мм.

3. Диаметр корневой шейки не зависел от высоты точки роста ($r = 0,19$).

4. Применение препарата Архитект, СЭ увеличило диаметр корневой шейки озимого рапса в среднем по сортам за годы исследований на

17,4 %. При благоприятных условиях возделывания её толщина увеличилась на 9,6–49,5 %. При недостатке влаги наблюдалась тенденция к снижению размера корневой шейки.

6. Корреляционный анализ выявил тесную связь ($r=0,926$) между сырой массой надземной части растений и корневой системы в вариантах обработки рапса регулятором роста Архитект, СЭ в годы с достаточным увлажнением. Сопряженная изменчивость этих показателей описывалась уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,879$).

7. Гибриды и сорта отличаются интенсивностью нарастания зеленой массы и корневой системы, сырая масса которых осенью у гибрида Мазари составляет 110,0 г и 11,8 г/растение, у сорта Витовт – 92,3 г и 100,0 г и гибрида Мерседес – 80,0 и 93,0 г/растение соответственно.

8. В неблагоприятных условиях в осенний период:

- растения рапса стремились к большему накоплению надземной массы, чем корневой системы: соотношение между ними изменялось в среднем с 8,9:1 в благоприятные годы до 11,2:1 – в годы с недостатком влаги;

- на сорте Витовт и гибриде Мерседес соотношение сырой массы надземной части и корневой системы в возросло с 12,4:1 и 11,3:1 в контроле до 14,8:1 и 13,9:1, т.е. применение регулятора роста в таких условиях усиливает стресс у растений рапса;

- гибрид более интенсивного роста Мазари лучше противостоит ретардантному стрессу: соотношение составило 8,7:1 при 10,1:1 в контроле.

- применение регулятора роста Архитект, СЭ привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 13,8 % и 27,6 %, Мерседес – на 9,0 % и 26,3 %, Мазари – на 24,2 % и 12,0 % соответственно.

9. В благоприятных условиях в осенний период:

- применение регулятора роста Архитект, СЭ снизило массу надземной части в среднем за три года на 21,1 % (Витовт), 38,0 % (Мазари) и 5,1 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у рапса сорта Мерседес на 40,9 %, сорта Мазари уменьшилась – на 38,3 %, сорта Витовт – значимо не менялась;

- соотношение сырой массы надземной части и корневой системы в среднем по опыту снизилось с 8,3:1 в контроле до 5,3:1, что подтверждает отсутствие ретардантного стресса, а обработка Архитектом обеспечивает гармоничное развитие растений, стимулируя рост корневой системы, при сдерживании верхушечного роста.

10. Осенняя регуляция роста повышала число точек ветвления на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 83,0 %, на сорте Мерседес – на 52,0 %, на гибриде Мазари – на 18,0 %.

11. Перезимовка рапса сорта Витовт в среднем составила 77,5 %, гибридов Мерседес и Мазари 80,5 и 80,8 % соответственно. Внесение

Архитекта, СЭ сохраняло растения после перезимовки рапса в среднем на 12,3 % (Витовт), 3,7 % (Мерседес) и 11,0 % (Мазари).

12. Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год с наименьшими показателями перезимовки культуры в период 2018/2019 гг.: число растений рапса на 1 м² увеличилось на 12,7 шт. (Витовт), на 4,4 шт. (Мерседес) и на 9,0 шт. (Мазари).

13. В среднем за годы исследований при посеве озимого рапса сорта Витовт с нормой высева 600 тыс./га всхожих семян весной возобновляла вегетацию в контроле 43,2 растения/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 49,9 растений/м².

При посеве гибридов с нормой высева 500 тысяч/га весной выжило растений рапса сорта Мерседес в контроле – 40,4 шт/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 42,3 шт/м², сорта Мазари соответственно – 40,1 и 45,5 шт/м².

14. Большая интенсивность закладки боковых точек ветвления с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего числа ветвей первого порядка к уборке: на гибриде Мерседес формировалось в среднем на 4,1 % ветвей меньше, на сорте Витовт и гибриде Мазари – больше на 11,5 %, и 26,7 % соответственно в сравнении с контролем.

15. Во всех случаях применения регулятора роста Архитект, СЭ с осени получено большее число стручков на растениях всех гибридов и сорта. Гибрид Мерседес после обработки имел более развитую корневую систему, что и обеспечило формирование большего 35 шт. (12,6 %) числа стручков на растении; на сорте Витовт и гибриде Мазари применение препарата Архитект, СЭ позволило сформировать растения с большим на 29 шт. (12,1 %) и 131 шт. (48,2 %) числом стручков.

Гибрид Мазари сформировал в среднем по опыту 340 стручков на растении, гибрид Мерседес и сорт Витовт – в среднем 312 и 254 шт/растение соответственно.

16. Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по опыту 23,7 ц/га, и отличалась по сортам: Витовт – 21,6 ц/га, Мерседес – 26,0 ц/га, Мазари – 23,6 ц/га.

Сохранение растений после перезимовки и формирование большего числа стручков на растениях, после осенней регуляции посевов рапса обеспечили рост урожайности в среднем по культуре на 7,6 ц/га или 32,0 %.

Максимальный рост урожайности был получен в 2019 году, с самым низким уровнем перезимовки – урожайность рапса сорта Витовт повысилась с 20,0 до 30,1 ц/га, гибрида Мазари – с 17,6 до 36,6 ц/га, гибрида Мерседес – с 20,9 до 32,8 ц/га. В среднем за годы исследований на гибриде Мазари было получено дополнительно маслосемян рапса 10,2 ц/га (43,2 %), на Витовте и Мерседесе – 6,7 ц/га (31,0 %) и 5,8 ц/га (22,3 %) соответственно.

Список литературы

1. Гаджикурбанов, А. Ш. Влияние препаратов роста на продуктивность сортов озимого рапса в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан / А. Ш. Гаджикурбанов // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2020. – № 4. – С. 9–12.
2. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края / Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, О. А. Сердюк // Масличные культуры. – 2019. – № 8. – С. 76–78.
3. Куперман, Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений: учебное пособие для вузов / Ф. М. Куперман. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1968. – 224 с.
4. Медведев, С. С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
5. Пилюк, Я. Э. Основные приемы возделывания озимого рапса в Беларуси / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, С. Г. Яковчик // Ахова раслін. – 2002. – № 4. – С. 11–14.
6. Пилюк, Я. Э. Сорт – главное средство повышения продуктивности культуры / Я. Э. Пилюк // Рапсовое поле Беларуси: сборник / С.-х. услуги. – Минск, 2005. – Вып. 5 – С. 10–12.
7. Сафроновская, Г. М. Озимый рапс осенью: регулируем с умом / Г. М. Сафроновская // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 13. – С. 44–51.
8. Berry, P. M. Understanding the effect of a triazole with anti-gibberellin activity on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*) / P. M. Berry, J. H. Spink // The Journal of Agricultural Science. – 2009. – Vol. 147. – P. 273–285.
9. Hanzhong, W. Studies on rapeseed production and cultivation science & technology in China / W. Hanzhong, G. Chunyun, Z. Chunlei // AGRONOMY: Cultivation. Institute of Oil Crops Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences. – P. 2–7. – Режим доступа: <https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRCWuhan2007vol3/2-7.pdf>.
10. Matysiak, K. Możliwości i ograniczenia stosowania regulatorów wzrostu w rzepaku ozimym / K. Matysiak // Prog. Plant Prot. – 2004. – V. 44 (1). – P. 231–235.
11. Stepanova, E. Resource Saving Technologies for Rapeseed Cultivation at the Regions of the Russian Federation / E. Stepanova, A. Rozhkova // E3S Web of Conferences 161, 010. – 2020. – P. 1–5. – Режим доступа: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3sconf_iceppPrague2020_01075.pdf.

I.G. Brui, V.V. Kholodinsky

Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino

EFFECT OF ARCHITECT, SE GROWTH REGULATOR ON WINTER RAPESEED

Annotation. The effectiveness of Architect, SE growth regulator (mepiquat chloride, 150 g/l + pyraclostrobin, 100 g/l + prohexadione-calcium, 25 g/l) in winter rapeseed var. Vitovt and Mazari and Mercedes hybrids is shown. The application of the preparation in the phase of 4–5 leaves at the application rate of 1,5 l/ha reduces the height of the growing point by 47,7–55,2 %, increases the diameter of the root crown on the average by 13,5–22,8 %, increases crop overwinter survival by 3,7–12,3 % and the oilseed yield by 5,8–10,2 dt/ha depending on the variety.

Key words: growth regulator, winter rapeseed, growing point, root crown, aboveground biomass weight, root system, overwinter survival, yield.

*Е.А. Мышкевич, П.М. Кислушко, А.В. Быковский, С.А. Арашкович,
Д.Ю. Кирейчик, А.А. Кузмицкая, М.П. Лосева, В.Л. Поплевко
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

МОНИТОРИНГ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ И БЕЗОПАСНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022
Рецензент: канд. с.-х. наук Жуковский А.Г.*

Аннотация. В статье представлены пятилетние исследования (2016–2020 гг.) лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» по определению остаточных количеств пестицидов в растительных образцах различных сельскохозяйственных культур в рамках регистрационных испытаний методами газовой и жидкостной хроматографии.

Ключевые слова: пестициды, действующие вещества, остаточные количества, газовая хроматография, жидкостная хроматография.

Введение. Обеспечение безопасного применения пестицидов и, соответственно, получение качественного продовольственного сырья и пищевых продуктов, является важной и востребованной задачей. На сегодняшний день, все сельскохозяйственные предприятия широко применяют пестициды для защиты сельскохозяйственных культур от вредных объектов с целью получения высоких и стабильных урожаев, поэтому ассортимент химических средств защиты растений постоянно расширяется [16].

Важным инструментом в минимизации негативных последствий применения пестицидов является аналитический мониторинг их микроколичеств в объектах окружающей среды, в кормах и продуктах питания в рамках прохождения обязательной процедуры регистрационных исследований химических препаратов в системах защиты сельскохозяйственных культур [13, 12]. Регистрационные исследования проводятся с целью оценки биологической и хозяйственной эффективности пестицидов, с одной стороны, определения содержания их остаточных количеств в сельскохозяйственной продукции и разработки регламентов применения (норма расхода, срок последней обработки до уборки культуры, кратность обработки, максимально допустимый уровень (далее МДУ)), с другой стороны [11, 5].

С целью снижения риска загрязнения пестицидами различных классов химических соединений в РУП «Институт защиты растений» в рамках регистрационных испытаний выполняются мониторинговые исследования содержания остаточных количеств действующих веществ пестицидов на следовом уровне в различных сельскохозяйственных культурах, которые позволяют оценить соблюдение регламентов применения пестицидов и решить вопрос о возможности применения полученной продукции в пищу и на кормовые цели.

Материалы и методы исследований. Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по официальным методическим указаниям [8, 9, 10] методами газовой и жидкостной хроматографии. В работе применялись газовые хроматографы: GCMS-QP2010 Ultra с масс-спектрометрическим детектором (Shimadzu, Япония), «Кристалл 5000.1», «Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия) и высокоэффективный жидкостной хроматограф «HP 1100» («Hewlett Packard», США) с диодно-матричным детектором, а также вспомогательное оборудование (весы, водяная баня, центрифуга, ротационный испаритель, химическая посуда и др.).

Пробы растительных образцов отбирались в соответствии с СТБ 1036-97 [15] в разные сроки, поэтому полученные и проанализированные данные не привязаны к сроку ожидания, составу препарата и препаративной форме.

Общая схема анализа состоит из следующих этапов:

- извлечение вещества из исследуемой пробы (экстракция растворителями, подбор экстрагента в зависимости от физико-химических свойств пестицида и субстрата, в котором он находится);

- очистка полученного экстракта (получение производных, распределение между двумя несмешивающимися жидкостями, очистка на сорбентах и др.);

- определение аналита (качественное и количественное) [17, 6].

Статистическая обработка встречаемости остаточных количеств ДВ в растительных образцах сельскохозяйственных культур проводилась согласно методике В.И. Юнкерова [19], которая включала оценку относительной частоты определения остаточных количеств пестицидов и оценку её доверительного интервала.

Результаты и их обсуждение. В соответствии с Государственным реестром средств защиты растений и удобрений, на территории Республики Беларусь на 2020 г. разрешены к применению 108 инсектицидов, 179 фунгицидов, 93 препарата для предпосевной обработки семян, 342 гербицида, 30 десикантов в основе которых более 200 действующих веществ (далее ДВ) [3]. Разрабатываются новые ДВ, совершенствуются препаративные формы, появляются новые комбинированные препараты на основе двух, трех и четырех компонентов с разными свойствами.

В первой половине 2021 года Государственный реестр пополнился 54 препаратами (без учета биопрепаратов, ротенгидов, репеллентов, регуляторов роста, моллюскоцидов, нематодицидов, феромонов, биотехнических средств). Основную долю из них представляют гербициды 48,2 % и фунгициды – 29,6 %. При этом 38,9 % составляют 2-х компонентные препараты и 25,9 % – 3-х компонентные [4].

Следует отметить, что большинство препаратов (76,7 %) зарегистрированных в Беларуси относятся к 3 классу опасности – умеренно опасным (LD_{50} 151–5000 мг/кг) [2].

В период 2016–2020 гг. в лаборатории динамики пестицидов проанализировано 366 единиц препаратов, из них 86 в 2016 г., порядка 60–69 в 2017–2019 гг. и 89 в 2020 г. на различных образцах сельскохозяйственных культур (зеленая масса, зерно, солома, семена, масло и др.).

На зерновых озимых культурах (пшеница, тритикале, ячмень, рожь) в период 2016–2020 гг. были обнаружены остаточные количества 31 ДВ в различных матрицах, из них в 30 случаях в соломе, где МДУ не нормируется и в 5 случаях в зеленой массе, где также МДУ не нормируется. Таким образом, в соломе и зеленой массе были обнаружены: пропиконазол, ципроконазол, азоксистробин, крезоксим-метил, тебуконазол, спироксамин, протиоконазол дестио, флуопирам, флуоксастробин, альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин – 0,006–0,9754 мг/кг.

В урожае были обнаружены 3 ДВ фунгицидного действия в количестве 0,00280–0,01320 мг/кг без превышения МДУ.

На зерновых яровых культурах (пшеница, тритикале, ячмень, в т.ч. пивоваренный, овес) выявлены остаточные количества 18 ДВ в различных растительных образцах, из них в 14 случаях в соломе и в 3 случаях в зеленой массе (дифеноконазол, тебуконазол, протиоконазол дестио, пропиконазол, ципроконазол, бикасафен, прохлораз, лямбда-цигалотрин – 0,009–0,807 мг/кг) (таблица 1).

В период уборки урожая в зерне яровых культур было зафиксировано 6 случаев обнаружения ДВ не превышающих МДУ, из них 4 ДВ фунгицидного действия (0,00400–0,02560 мг/кг), 1 гербицидного (0,22000 мг/кг) и 1 инсектицидного (0,00870 мг/кг).

В период уборки урожая масличных культур (рапса озимого и ярового, подсолнечника, сои и льна масличного) обнаружены тиаметоксам в семенах льна масличного (0,040 мг/кг) и тебуконазол в семенах рапса ярового (0,046 мг/кг), в масле рапса озимого галоксифоп-П-метил (0,007 мг/кг), которые не превышали МДУ указанные в гигиенических нормативах Республики Беларусь (таблица 2).

Дельтаметрин, карбендазим, тиаклоприд, флупирадифурон выявлялись в зеленой массе в динамике и в соломе в период уборки урожая, где МДУ не нормируется, содержание которых составляло от 0,051 до 0,629 мг/кг.

Таблица 1 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в урожае зерновых культур (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Культура, анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Озимые зерновые, зерно	пропиконазол	0,00280	0,1
	тебуконазол	0,01320	0,2
	флуоксастробин	0,00843	0,5
Яровые зерновые, зерно	дифеноконазол	0,01100	0,8
	тебуконазол	0,02560	0,2
	тебуконазол	0,00900	0,2
	азоксистробин	0,00400	0,5
	пиноксаден	0,22000	1,0
	имидаклоприд	0,00870	0,1

Таблица 2 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в урожае масличных культур (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Семена льна масличного	тиаметоксам	0,040	0,1
Семена рапса ярового	тебуконазол	0,046	0,5
Масло рапса озимого	галоксифоп-II-метил	0,007	0,05

В посевах технических культур – свекле сахарной, проанализировано 31 ДВ, из них 4 обнаружено в ботве: азоксистробин, дифеноконазол, ципроконазол, эпоксиконазол – 0,093–0,69 мг/кг. В корнеплодах найдены эпоксиконазол (0,013 мг/кг) и тебуконазол (0,008 мг/кг) на 30-е сутки после обработки (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в свекле сахарной (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Корнеплоды 30-е сутки	эпоксиконазол	0,013	0,05
Корнеплоды 30-е сутки	тебуконазол	0,008	0,1

Стоит отметить, что основную долю препаратов занимали гербициды (12 наименований), которые ни в одном случае не обнаружены, также в урожае корнеплодов не отмечалось остаточных количеств пестицидов.

Наибольшее число случаев обнаружения остаточных количеств ДВ наблюдалось в овощных культурах: плодах огурцов и томатов, что связано с выращиванием преимущественно в условиях защищенного грунта способом малообъемной технологии и многократным применением пестицидов непосредственно в период интенсивного роста и плодоношения, в том числе внесением под корень при капельном поливе [1].

Из 64 ДВ, исследуемых на огурцах и томатах защищенного и открытого грунта, луке, моркови, капусте, свекле столовой было обнаружено 16. В плодах огурцов и томатов остаточные количества пестицидов определялись в динамике, как правило их содержание уменьшается от 0-х к 5–7 суткам. Наиболее часто обнаруживались ДВ фунгицидного действия в условиях защищенного грунта (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в овощных культурах защищенного грунта в динамике (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Плоды огурцов 0-е сутки	дифеноконазол	0,073	0,3
Плоды огурцов 3-е сутки	дифеноконазол	0,025	0,3
Плоды огурцов 5-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	1,35	5,0
Плоды огурцов 7-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	0,39	5,0
Плоды томатов 1-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	2,551	2,0
Плоды томатов 3-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	0,0459	2,0
Плоды томатов 4-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	0,407	2,0
Плоды томатов 5-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	0,664	2,0
Плоды томатов 6-е сутки	пропамокарб гидрохлорид	0,762	2,0
Плоды огурцов 2-е сутки	пириметанил	0,158	не установлено
Плоды огурцов 3-е сутки	пириметанил	0,170	не установлено
Плоды огурцов 4-е сутки	пириметанил	0,188	не установлено
Плоды огурцов 1-е сутки	тебуконазол	0,078	0,2
Плоды огурцов 3-е сутки	тебуконазол	0,034	0,2
Плоды томатов 1-е сутки	флуопиколид	0,0667	1,0
Плоды томатов 3-е сутки	флуопиколид	0,0104	1,0
Плоды томатов 4-е сутки	флуопиколид	0,036	1,0
Плоды томатов 5-е сутки	флуопиколид	0,033	1,0
Плоды томатов 6-е сутки	флуопиколид	0,029	1,0
Плоды огурцов 1-е сутки	флуопирам	0,112	0,5
Плоды огурцов 3-е сутки	флуопирам	0,084	0,5
Плоды огурцов 2-е сутки	флуопирам	0,044	0,5
Плоды огурцов 3-е сутки	флуопирам	0,080	0,5
Плоды огурцов 4-е сутки	флуопирам	0,070	0,5
Плоды огурцов 0-е сутки	цифлufenамид	0,026	1,0
Плоды огурцов 3-е сутки	цифлufenамид	0,027	1,0

Дифенконазол был обнаружен в плодах огурцов на 0 и 3-е сутки в количестве 0,073 и 0,025 мг/кг соответственно (МДУ 0,3 мг/кг), а на 5 и 7-е сутки он отсутствовал.

Пропамокарб гидрохлорид обнаружен как в томатах, так и в огурцах. В 2018 г. в плодах томатов на первые сутки содержание данного действующего вещества составило 2,551 мг/кг, что выше максимально допустимого уровня – 2,0 мг/кг, однако уже на 3-е сутки его содержание опускается до безопасного уровня – 0,0459 мг/кг. Также пропамокарб гидрохлорид выявлен в томатах в 2019 г. на 4-е сутки значение составило 0,407 мг/кг, на 5-е – 0,664 мг/кг, на 6-е – 0,762 мг/кг, находящийся в пределах гигиенических регламентов. В огурцах в 2016 г. на 5-е сутки – 1,35 мг/кг, на 7-е – 0,39 мг/кг, что также не превышает МДУ, установленный для овощей со съедобными плодами.

Тебуконазол, флуопиколид, флуопирам, цифлufenамид обнаружены от 0,0104 до 0,112 мг/кг и не превышали МДУ.

Имидаклоприд был отмечен в плодах томата открытого грунта, его значение составило 0,07 мг/кг, что в пределах МДУ (0,5 мг/кг).

В культуре картофеля (клубнеплодные) в период 2016–2020 гг. проанализировано порядка 45 препаратов из них 68 ДВ, обнаружено 2: фипронил – 0,006 мг/кг и тиаметоксам – 0,023 мг/кг (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в урожае картофеля (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Клубни	фипронил	0,006	0,02
Клубни	тиаметоксам	0,023	0,05

В плодовых культурах (основную долю из которых составляла яблоня), также как и в овощных, наиболее часто встречались остаточные количества пестицидов, что в первую очередь можно связать с большой кратностью обработок инсектицидами и фунгицидами, а также проведением анализов в динамике для установления сроков ожидания. Таким образом, из 44 испытанных ДВ обнаружено 9 (таблица 6).

Анализ показал наличие ДВ инсектицидного действия абамектина и тиаклоприда, значения которых составили 0,017 и 0,012 мг/кг, соответственно, что значительно ниже МДУ, а также фунгицидного действия дифенконазол – 0,029 мг/кг, крезоксим-метил (из двух разных препаратов) – 0,005 мг/кг, пириметанил – 0,116 мг/кг и пропиконазол – 0,005 мг/кг, при этом все обнаруженные концентрации не превышают допустимые уровни. Эпоксиконазола было обнаружено 0,034 мг/кг, однако МДУ не установлено.

Таблица 6 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в яблоках в динамике (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Плоды яблок 30-е сутки	абамектин	0,017	0,02
Плоды яблок 21-е сутки	тиаклоприд	0,012	0,7
Плоды яблок 20-е сутки	дифеноконазол	0,029	1,0
Плоды яблок 30-е сутки	крезоксим-метил	0,005	1,0
Плоды яблок 30-е сутки	крезоксим-метил	0,005	1,0
Плоды яблок 30-е сутки	пириметанил	0,116	7,0
Плоды яблок 21-е сутки	пропиконазол	0,005	0,1
Плоды яблок 30-е сутки	эпоксиконазол	0,034	не установлено

В условиях Беларуси под ягодные культуры отводят в среднем 8–10 % площади из всех плодово-ягодных культур [7, 18], поэтому регистрируется немного препаратов, таким образом, анализ проводился всего 8 препаратов, применяемых на малине, голубике, землянике содовой, смородине черной, клюкве и винограде.

Из 13 ДВ обнаружены остаточные количества 5. Уровень металаксилла (мефеноксама), флуопирама составил 0,022–0,063 мг/кг, что существенно ниже установленных величин МДУ.

Тебуконазол выявили в ягодах малины в динамике на уровне 0,011 мг/кг, МДУ не установлен, для сравнения на винограде МДУ составляет 1,0 мг/кг (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты определения содержания остаточных количеств ДВ в урожае ягодных культур (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

Анализируемый объект	Обнаруженное ДВ	Значение, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]
Ягоды винограда 21-е сутки	металаксил	0,022	2,0
Ягоды малины 20-е сутки	тебуконазол	0,011	не установлено
Ягоды малины 20-е сутки	флуопирам	0,026	2,0
Ягоды голубики 20-е сутки	флуопирам	0,063	2,0

В растительных образцах зернокармальных (кукуруза) и зернобобовых (горох посевной, бобы кормовые) культур остаточные количества обнаруживались только в зеленой массе, где МДУ не нормируется.

В таких культурах, как лен-долгунец, люпин узколистный, люцерна, гречиха, просо, клевер луговой анализировалось малое количество препаратов (от 3 до 13) и за годы исследований не выявлено ни одного пестицида в остатках.

Данные по определению остаточных количеств пестицидов были обработаны и сгруппированы по количеству проведенных анализов и анализов, в результате которых выявлены остаточные количества ДВ. В результате статистической обработки этих данных установлена относительная величина встречаемости остаточных количеств ДВ.

С вероятностью 95 % можно утверждать, что возможность обнаружения наиболее часто тестируемого ДВ тебуконазол находится в интервале 8,63–20,3 %. Флоросулам, при высоком количестве проведенных анализов, ни разу не обнаружен, соответственно, относительная частота его нахождения составила 0,53 % с доверительным интервалом 0,08–3,07 %. Протиоконазол дестиво и азоксистробин были выявлены в 6,02–7,50 % случаев с доверительным интервалом 1,91–14,36 %.

За учетный период, из часто анализируемых ДВ, не обнаруживались 2,4-Д ЭГЭ, флудиоксонил, ацетамиприд вероятность их обнаружения находится в интервале 0,11–4,71 %, пиклорам анализировался в два раза меньше (34 анализа), относительная частота обнаружения составила 1,47 % с доверительным интервалом 0,27–8,51 % (таблица 8).

Таблица 8 – Относительные величины частоты нахождения остаточных количеств ДВ и оценка их точности (РУП «Институт защиты растений», 2016–2020 гг.)

№	ДВ	Количество проведенных анализов (<i>n</i>)	Количество анализов с обнаруженным ДВ, (<i>m</i>)	Относительная величина частоты обнаружения остаточных количеств ДВ, (%)	95 % нижняя граница доверительного интервала для Р, %	95 % верхняя граница доверительного интервала для Р, %
1	Тебуконазол	136	19	13,97	8,63	20,3
2	Пропиконазол	24	11	45,83	24,79*	66,87*
3	Флуопирам	27	9	33,33	14,68*	51,98*
4	Дифеноконазол	37	8	21,62	9,71	36,65
5	Ципроконазол	35	7	20,00	8,28	35,22
6	Протиоконазол дестиво	80	6	7,50	2,73	14,36
7	Азоксистробин	83	5	6,02	1,91	12,2
8	Лямбда-цигалотрин	48	5	10,41	3,32	20,81
9	Имидаклоприд	36	3	8,33	1,52	19,86
10	Биксафен	17	3	17,64	3,08	40,57
11	Эпоксиконазол	12	3	25,00	4,18	55,57
12	Клопиралид	40	2	5,00	0,42	14,13
13	Тиаметоксам	21	2	9,52	0,74	26,55
14	Альфа-циперметрин	17	2	11,76	0,86	32,55
15	Бифентрин	14	2	14,28	0,97	39,17
16	Тиаклоприд	14	2	14,29	0,97	39,17

№	ДВ	Количество проведенных анализов (n)	Количество анализов с обнаруженным ДВ, (m)	Относительная величина частоты обнаружения остаточных количеств (P), %	95 % нижняя граница доверительного интервала для P, %	95 % верхняя граница доверительного интервала для P, %
17	Флуоксастробин	12	2	16,66	1,05	45,28
18	Никосульфурон	33	1	3,03	0,00	11,90
19	Прохлораз	24	1	4,16	0,00	16,38
20	Спироксамин	18	1	5,55	0,01	21,86
21	Галоксифоп-Р-метил	18	1	5,55	0,01	21,86
22	Флупирадифурон	17	1	5,88	0,01	23,15
23	Дельтаметрин	16	1	6,25	0,01	24,61
24	Тау-флювалинат	13	1	7,69	0,04	30,32
25	Металаксил (мефенноксам)	12	1	8,33	0,06	32,86
26	Пиноксаден	10	1	10,00	0,12	39,48
27	Флорасулам	93	0	0,53	0,08	3,07
28	2,4-Д ЭГЭ	74	0	0,67	0,11	3,87
29	Флудиоксонил	65	0	0,76	0,13	4,41
30	Ацетамиприд	61	0	0,82	0,13	4,71
31	Пиклорам	34	0	1,47	0,27	8,51
32	2,4-Д	24	0	2,08	0,43	12,14
33	Аминопиралид	24	0	2,08	0,43	12,14
34	Тифенсульфурон-метил	23	0	2,17	0,46	12,68
35	Римсульфурон	22	0	2,27	0,49	13,28
36	Дифлюфеникан	20	0	2,50	0,56	14,65
37	Хлорпирифос	18	0	2,77	0,65	16,33
38	Ипконазол	18	0	2,77	0,65	16,33
39	Квизалофоп-П-этил	18	0	2,77	0,65	16,33
40	МЦПА кислота	18	0	2,77	0,65	16,33
41	Дикамба	17	0	2,94	0,71	17,33
42	Прометрин	17	0	2,94	0,71	17,33
43	С-металахлор	17	0	2,94	0,71	17,33
44	Флутриафол	17	0	2,94	0,71	17,33
45	Галауоксифен-метил	16	0	3,12	0,78	18,46
46	Метазахлор	16	0	3,12	0,78	18,46
47	Малатион	14	0	3,57	0,96	21,22
48	2М-4Х	14	0	3,57	0,96	21,22
49	Глифосат	14	0	3,57	0,96	21,22

№	ДВ	Количество проведенных анализов (<i>n</i>)	Количество анализов с обнаруженным ДВ, (<i>m</i>)	Относительная величина частоты обнаружения остаточных количеств ДВ, (<i>P</i>), %	95 % нижняя граница доверительного интервала для <i>P</i> , %	95 % верхняя граница доверительного интервала для <i>P</i> , %
50	Клоквинтосет-мексил	14	0	3,57	0,96	21,22
51	Тербутилазин	14	0	3,57	0,96	21,22
52	Флурохлоридон	14	0	3,57	0,96	21,22
53	Мезотрион	13	0	3,84	1,09	22,95
54	Йодосульфурон-метил-натрий	12	0	4,16	1,25	24,97
55	Метрибузин	12	0	4,16	1,25	24,97
56	МЦПА в виде солей	12	0	4,16	1,25	24,97
57	Этаметсульфурон-метил	12	0	4,16	1,25	24,97
58	Тирам	11	0	4,54	1,45	27,38
59	Дикват	11	0	4,54	1,45	27,38
60	Квизалофоп-П-тефурил	10	0	5,00	1,74	30,33
61	Мефенпир-диэтил	10	0	5,00	1,74	30,33
62	Просульфокارب	10	0	5,00	1,74	30,33
63	Трибенурон-метил	10	0	5,00	1,74	30,33
64	Ципросульфамид	10	0	5,00	1,74	30,33

Примечания:

1. В таблице отражены результаты определения 64 ДВ (из 143 проанализированных) с общим числом наблюдений $n \geq 10$.
2. При малом количестве наблюдений, когда $m=0$, проводили коррекцию на поправку, обоснованную Йетсом.
3. Оценка точности относительной величины частоты с 95 % доверительным интервалом корректна при $25\% \leq \bar{P} \leq 75\%$, в других случаях, отмеченных в таблице *, оценка дается с помощью вспомогательной переменной Фишера в радианной форме.

Дифеноконазол, ципроконазол, имидаклоприд, клопиралид, никосульфурон анализировались от 33 до 40 раз, относительная частота обнаружения первых двух ДВ была на уровне 20,00–21,62 % с доверительным интервалом 8,28–36,65 %, а остальных – 3,03–8,33 % с доверительным интервалом от 0 до 19,86 %.

Пропроназол, флуопирам, эпоксиконазол имели высокий уровень относительной частоты обнаружения (25,00–45,83 %) вследствие малого количества проведенных анализов. Следует отметить, что чем меньше число проведенных анализов, тем шире доверительный интервал.

Из всех ДВ, которые не обнаруживались в остатках, основную долю занимали гербициды, вероятность их обнаружения очень низкая.

Выводы. На основании проанализированных данных, полученных в условиях лаборатории динамики пестицидов, можно сделать вывод о том, что загрязнение пищевых продуктов пестицидами в Республике Беларусь практически отсутствует, что является следствием прохождения обязательной процедуры регистрации средств защиты растений. Таким образом, применение рекомендованных регламентов использования препаратов, соблюдение их норм расхода и сроков ожидания дает возможность гарантировать получение безопасного и чистого урожая сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Аутко, А.А. Овощеводство защищенного грунта / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик; РУП «Ин-т овощеводства НАН Беларуси». – Минск: ВЭВЭР, 2006. – 317 с.
2. Борушко, Н.В. Санитарно-гигиенический контроль содержания пестицидов в пищевых продуктах: учеб.-метод. пособие / Н.В. Борушко, П.Г. Новиков, Н.Л. Бацукова. – Минск: БГМУ, 2017. – 39 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. издание / А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.
4. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (Утверждено Советом по регистрации средств защиты растений и удобрений: постановления от 16.12.2020; 04.03.2021 и 07.05.2021). [Электронный ресурс] / ГУ «Главная Государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Режим доступа: [https://ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/Дополнение %20объединенное %202021.pdf](https://ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/Дополнение_%20объединенное_%202021.pdf). – Дата доступа: 13.07.2021.
5. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава II, Раздел 15. Требования к пестицидам и агрохимикатам [Электронный ресурс] / Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Documents/PesticidaiChimiya.pdf>. – Дата доступа: 13.07.2021.
6. Клисенко, М.А. Химический анализ микроколичеств ядохимикатов / М.А. Клисенко, Т.А. Лебедева, З.Ф. Юркова. – М.: Медицина, 1972. – 312 с.
7. Комардина, В.С. Сортопоражаемость яблони основными патогенами в плодоносящем саду / В.С. Комардина, Л.Н. Григорцевич // Труды Белорусс. Гос. технологического ун-та. – Сер. I: Лесное хозяйство. – №17. – 2009. – С. 255-256.
8. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник / М.А. Кисленко [и др.]; под ред.: А.А. Белоусовой, Е.М. Козинной. – М.: Колос, 1992. – Т. 1. – 567 с.
9. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник / М.А. Кисленко [и др.]; под ред.: А.А. Белоусовой, Е.М. Козинной. – М.: Агропромиздат, 1992. – Т. 2. – 416 с.
10. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. рекомендации / П.М. Кислушко [и др.]; под ред. П.М. Кислушко; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2019. – 312 с.
11. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37 Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, рег. № 5/48783 от 25.01.21. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> – Дата доступа: 17.08.2021.

12. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия от 16.11.2016 № 32 «О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 22 августа 2006 г. № 49» [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, рег. № 8/31795 от 17.02.2017. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21731795_1487624400.pdf. – Дата доступа: 13.07.2021.

13. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июля 2010 г. № 1140 Положение о порядке государственной регистрации средств защиты растений и удобрений и ведения Государственного реестра средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, рег. № 5/32275 от 03.08.2010. – Режим доступа: [https://pravo.by/pdf/2010-187/2010-187\(006-028\).pdf](https://pravo.by/pdf/2010-187/2010-187(006-028).pdf). – Дата доступа: 13.07.2021.

14. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ. 28.02.97. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 40 с.

15. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ. 28.02.97. – Минск: Госстандарт, 2010. – 59 с.

16. Ракицкий, В.Н. Токсикология пестицидов / В.Н. Ракицкий // Токсикологический вестник. – 2010. – 3 (102). – С. 21-22.

17. Шаповалова, Е.Н. Хроматографические методы анализа: метод. пособие / Е.Н. Шаповалова, А.В. Пирогова. – М., 2007. – 203 с.

18. Шундалов, Б.М. Плодово-ягодная отрасль Беларуси: состояние производства, производительность труда и результативность работы / Б.М. Шундалов // Аграрная экономика. – №1 (8). – 2021. – С. 70-86.

19. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка результатов медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. – СПб.: ВМедА, 2002. – С. 36-37.

*E.A. Myshkevich, P.M. Kislushko, A.V. Bykovsky, S.A. Arashkovich,
D.Yu. Kireychik, A.A. Kuzmitskaya, M.P. Loseva, V.L. Poplevko*
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

MONITORING OF PESTICIDE RESIDUES IN CROPS AND THEIR SAFE APPLICATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The paper presents the five year research (2016–2020) conducted in the Laboratory of Pesticide Dynamics of the Institute of Plant Protection on identifying pesticide residues in plant samples of different crops with gas and liquid chromatography methods in the framework of registration trials.

Key words: pesticides, active ingredients, residues, gas chromatography, liquid chromatography.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арашкович С.А.	285	Самонов А.С.	222
Белова Е.С.	89	Свидунович Н.Л.	137
Белоусов Н.М.	232	Сорока Л.И.	15, 23, 30
Берлинчик Е.Е.	43	Сорока С.В.	23, 30
Бобович А.Н.	58	Станчук А.Э.	144
Богомолова И.В.	9	Супранович Р.В.	43, 255
Бойко С.В.	164, 193, 206	Трепашко Л.И.	222
Бречко Е.В.	180	Туровец О.А.	58
Бруй И.Г.	261, 272	Федорович М.В.	241
Будревич А.П.	9	Халаев А.Н.	66
Быковская А.В.	193, 206	Халаева В.И.	153
Быковский А.В.	285	Холодинский В.В.	272
Вабищевич В.В.	153	Щуко В.А.	30
Вага И.И.	241	Якимович Е.А.	49
Васеха Е.В.	103	Яковенко А.М.	58, 89
Войтка Д.В.	241	Ярчаковская С.И.	249
Волчкевич И.Г.	153, 232		
Дунькович Е.В.	261		
Жук Е.И.	66		
Жуковская А.А.	81		
Запрудский А.А.	58, 89		
Кирейчик Д.Ю.	285		
Кислушко П.М.	285		
Комардина В.С.	97, 103, 249		
Конопацкая М.В.	153		
Косыхина О.И.	232		
Кузмицкая А.А.	285		
Лешкевич Н.В.	111		
Лобач О.К.	15		
Лосева М.П.	285		
Мелешко Н.И.	255		
Миронова М.А.	30		
Михневич Р.Л.	249		
Моштыль С.О.	43		
Мышкевич Е.А.	9, 58, 285		
Наумовец О.В.	58		
Немкевич М.Г.	164, 222		
Пестерева А.С.	23		
Петровец И.Ю.	30		
Плескацевич Р.И.	103, 121		
Поплевко В.Л.	285		
Привалов Д.Ф.	89		
Радивон В.А.	129		
Романовский С.И.	232		

AUTHOR INDEX

Arashkovich S.A.	285	Stanchuk A.E.	144
Belousov N.M.	232	Supranovich R.V.	43, 255
Belova E.S.	89	Svidunovich N.L.	137
Berlinchik E.E.	43	Trepashko L.I.	222
Bobovich A.N.	58	Turovets O.A.	58
Bogomolova I.V.	9	Vabishchevich V.V.	153
Boiko S.V.	164, 193, 206	Vaga I.I.	241
Brechko E.V.	180	Vasekha E.V.	103
Bruil I.G.	261, 272	Voitka D.V.	241
Budrevich A.P.	9	Volchkevich I.G.	153, 232
Bykovskaya A.V.	193, 206	Yakimovich E.A.	49
Bykovsky A.V.	285	Yakovenko A.M.	58, 89
Dunkovich E.V.	261	Yarchakovskaya S.I.	249
Fedorovich M.V.	241	Zaprudsky A.A.	58, 89
Khalaev A.N.	66	Zhuk E.I.	66
Khalaeva V.I.	153	Zhukovskaya A.A.	81
Kholodinsky V.V.	272		
Kireychik D.Yu.	285		
Kislushko P.M.	285		
Komardina V.S.	97, 103, 249		
Konopatskaya M.V.	153		
Kosykhina O.I.	232		
Kuzmitskaya A.A.	285		
Leshkevich N.V.	111		
Lobach O.K.	15		
Loseva M.P.	285		
Meleshko N.I.	255		
Mikhnevich R.L.	249		
Mironova M.A.	30		
Moshtyl S.O.	43		
Myshkevich E.A.	9, 58, 285		
Naumovets O.V.	58		
Nemkevich M.G.	164, 222		
Pestereva A.S.	23		
Petrovets I.Yu.	30		
Pleskatsevich R.I.	103, 121		
Poplevko V.L.	285		
Privalov D.F.	89		
Radivon V.A.	129		
Romanovsky S.I.	232		
Samonov A.S.	222		
Shchuko V.A.	30		
Soroka L.I.	15, 23, 30		
Soroka S.V.	23, 30		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 46

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*

Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 21.10.2022. Формат 60x84¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 17,44. Уч.-изд. л. 16,23.

Тираж 70 экз. Заказ № 22575.

Выпущено по заказу РУП «Институт защиты растений».

Ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь.

Тел/факс: 375 17 509-23-50, e-mail: belizr@tut.by, <http://www.izr.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
общество с ограниченной ответственностью «Колорград».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/471 от 28.07.2015.

+375 17 361 91 40

post@segment.by

segment.by

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,

