

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 44

Минск
«Колорград»
2020

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»: *Трепашко Л.И.*, доктор биол. наук, профессор – главный редактор, *Сорока С.В.*, доктор с.-х. наук, доцент – зам. главного редактора, *Буга С.Ф.*, доктор с.-х. наук, профессор, *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. с.-х. наук, *Запрудский А.А.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Комардина В.С.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Сорока Л.И.*, канд. с.-х. наук, *Сорочинский Л.В.*, доктор с.-х. наук, профессор, *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, академик НАН Беларуси, *Привалов Ф.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, чл.-корр. НАН Беларуси; **РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»:** *Забара Ю.М.*, доктор с.-х. наук; **ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»:** *Коломиец Э.И.*, доктор биол. наук, профессор, чл.-корр. 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, академик РАН; **ФБГНУ «Всероссийский НИИ фитопатологии»:** *Спиридонов Ю.Я.*, доктор биол. наук, академик РАН; **Национальная академия аграрных наук Украины:** *Иващенко А.А.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НААН.

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Волчкевич И.Г., Середа Г.М.</i> Влияние сроков внесения метрибузинсодержащих гербицидов на засоренность посадок картофеля	9
<i>Гаджиева Г.И., Бобович А.Н.</i> Контроль проса куриного в посевах сахарной свеклы	20
<i>Запрудский А.А., Пенязь Е.В., Привалов Д.Ф.</i> Эффективность применения послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов.....	29
<i>Лукьянюк Н.А.</i> Особенности формирования сорного ценоза в посевах сахарной свеклы Республики Беларусь.....	35
<i>Сорока С.В.</i> Защита посевов озимой пшеницы от сорных растений гербицидом Соил, ВДГ в Беларуси.....	44
<i>Сорока С.В.</i> Таксономическая структура сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси	54
<i>Сташкевич А.В., Колесник С.А., Сташкевич Н.С., Сорока С.В., Чайковская Н.С.</i> Компьютерная база данных для мониторинга сорных растений в посевах кукурузы	62
<i>Супранович Р.В., Берлинчик Е.Е., Свирская Н.А.</i> Система защиты яблоневого сада от сорной растительности с максимальным использованием гербицидов отечественного производства.....	70
<i>Супранович Р.В., Свирская Н.А.</i> О возможности защиты насаждений аронии черноплодной от сорной растительности с помощью гербицидов	78
<i>Якимович Е.А.</i> Биологическая эффективность гербицидов на основе прометрина в посевах растропши пятнистой (<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.).....	85

Фитопатология

<i>Комардина В.С., Васеха Е.В., Плесацевич Р.И.</i> Оценка чувствительности возбудителя парши яблони – гриба <i>Venturia inaequalis</i> к крезоксим-метилу различными методами	96
<i>Станчук А.Э., Войтка Д.В.</i> Видовой состав, культурально-морфологические характеристики и экологические особенности возбудителей болезней корнеплодов моркови столовой при хранении	104
<i>Халаева В.И., Волчкевич И.Г., Середа Г.М., Конопацкая М.В.</i> Эффективность фунгицидов для защиты картофеля от фитофтороза	115

Энтомология

<i>Бойко С.В., Василевская Л.П., Хотынюк Ю.И.</i> Двухкомпонентные инсектициды – эффективность на зерновых колосовых культурах в период вегетации.....	124
<i>Бречко Е.В., Трепашко Л.И., Стефаненкова Е.О.</i> Снижение чувствительности вредителей запасов к инсектоакарицидам в Беларуси	138
<i>Быковская А.В., Трепашко Л.И., Самонов А.С.</i> Мониторинг имаго стеблевого кукурузного мотылька с использованием смеси фенилацетальдегида и 4-метоксифенилового спирта в Беларуси.....	150
<i>Колтун Н.Е., Дичковская О.В., Комардина В.С.</i> Влияние двухкомпонентных инсектоакарицидов на развитие сосущих вредителей в промышленных насаждениях яблони	162
<i>Лукьянюк Н.А., Турок Е.В.</i> Агротехнические и химические мероприятия по контролю корневых вредителей на сахарной свекле.....	169
<i>Максимович Я.В., Бречко Е.В.</i> Вредоносность обыкновенного паутинного клеща (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) в посевах сои, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси	179

Биологический метод защиты растений

<i>Войтка Д.В., Юзефович Е.К., Михнюк А.В., Минина Ю.С.</i> Антагонистическая активность гриба <i>Trichoderma asperellum</i> D-11 как обоснование для включения препарата на его основе в антризистентную технологию защиты томата от серой гнили	191
<i>Гринева И.А., Феклистова И.Н., Войтка Д.В., Юзефович Е.К., Маслак Д.В., Михнюк А.В., Ломоносова В.А., Скакун Т.Л., Садовская Л.Е.</i> Эффективность биологического регулятора роста «МаксИммун» при выращивании лука репчатого в однолетней культуре.....	201
<i>Кожич Д.Т., Слонская С.В., Арабей С.М., Абрамович М.С.</i> Новые методики синтеза 2,5-дифенилтиофена и его производных, как прекурсоров для получения синтетических аналогов биопестицидов	212

Общие вопросы защиты растений

<i>Арашкович С.А.</i> Дegradaция гербицидов в дерново-подзолистой почве в посевах гороха овощного	220
<i>Вильдфлуш И.Р., Мосур С.С.</i> Эффективность применения макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве	228

<i>Кислушко П.М.</i> Особенности определения микроколичеств фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов в объектах окружающей среды	238
<i>Кислушко П.М., Лосева М.П., Крейдич А.А.</i> Остаточные количества изопротурона и дифлюфеникана в сельскохозяйственных растениях	247
<i>Крейдич А.А.</i> Анализ результатов определения действующего вещества лямбда-цигалотрина в сельскохозяйственной продукции 2018–2019 гг.....	251
<i>Лосева М.П.</i> Остаточные количества ацетамиприда в сельскохозяйственных растениях.....	260
Авторский указатель.....	266

CONTENTS

Herbology

<i>Volchkevich I.G., Sereda G.M.</i> Influence of metribuzin-containing herbicides application on potato plantings weed infestation.....	9
<i>Gadzhieva G.I., Bobovich A.N.</i> Barnyard grass (<i>echinochloa crus-galli</i>) control in sugar beet crops	20
<i>Zaprudsky A.A., Penyaz E.V., Privalov D.F.</i> Efficiency of post-emergent herbicides application in fodder bean crops.....	29
<i>Lukianiuk N.A.</i> Features of weed cenosis formation in sugar beetcrops in the republic of Belarus.....	35
<i>Soroka S.V.</i> Winter wheat crops protection against weed plants with the herbicide Soil, WDG in Belarus.....	44
<i>Soroka S.V.</i> Taxonomic structure of weed plants in winter grain crops in Belarus.....	54
<i>Stashkevich A.V., Kolesnik S.A., Stashkevich N.S., Soroka S.V., Tchaikovskaya N.S.</i> Computer database for monitoring weed plants in corn crops	62
<i>Supranovich R.V., Berlinchik E.E., Svirskaya N.A.</i> Protection system of apple garden against weed vegetation with the maximum use of domestic production herbicides	70
<i>Supranovich R.V., Svirskaya N.A.</i> On possibility of red chokeberry plantations protection against weed vegetation with the help of herbicides	78
<i>Yakimovich E.A.</i> Biological efficiency of herbicides based on prometryn in milk thistle crops (<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.)	85

Phytopathology

<i>Komardina V.S., Vasekha E.V., Pleskatsevich R.I.</i> Evaluation of the causing agent of apple scab- fungus <i>Venturia inaequalis</i> sensitivity to cresoxym-methyl by various methods	96
<i>Stanchuk A.E., Voitka D.V.</i> The specific composition, cultural and morphological characteristics and ecological features of garden carrot root crops during storage	104
<i>Khalaeva V.I., Volchkevich I.G., Sereda G.M., Konopatskaya M.V.</i> Effectiveness of fungicides to protect potatoes against late blight.....	115

Entomology

<i>Boiko S.V., Vasilevskaya L.P., Khotyniuk Yu.I.</i> Two-component insecticides efficiency in cereals during vegetation.....	124
<i>Brechko E.V., Trepashko L.I., Stefanenkova E.O.</i> Reduction of stock pests sensitivity to insectoacaricides in Belarus.....	138
<i>Bykovskaya A.V., Trepashko L.I., Samonov A.S.</i> Monitoring of the European corn borer imago based on phenyl acetaldehyde and 4-metoxypyphenyl alcohol in Belarus	150
<i>Koltun N.E., Dichkovskaya O.V., Komardina V.S.</i> Two-component insectoacaricides influence on sucking pests development in the industrial apple orchards	162
<i>Lukianiuk N.A., Turuk E.V.</i> Agrotechnical and chemical measures to control black root of sugar beet in sugar beet	169
<i>Maksimovich Ya.V., Brechko E.V.</i> Harmfulness of red spider mite (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) in soybean crops cultivated in different agriclimatic zones of Belarus.....	179

Biological method of plant protection

<i>Voitka D.V., Yuzefovich E.K., Mikhniuk A.V., Minina Yu.S.</i> The antagonistic activity of the fungus <i>Trichoderma asperellum</i> D-11 as justification for preparation based on it inclusion in the anti-resistance technology of tomatoes protection against gray mould.....	191
<i>Grineva I.A., Feklistova I.N., Voitka D.V., Yuzefovich E.K., Maslak D.V., Mikhniuk A.V., Lomonosova V.A., Skakun T.L., Sadovskaya L.Ye.</i> Efficiency of the biological growth regulator “MaxImmun” while growing onion in one-year culture	201
<i>Kozhich D.T., Slonskaya S.V., Arabey S.M., Abramovich M.S.</i> New methods of 2,5-diphenylthiophene and its derivatives synthesis as precursors for getting the synthetic biopesticides analogues	212

General issues of plant protection

<i>Arashkovich S.A.</i> Herbicides degradation in soddy-podzolic soil in vegetable pea crops	220
<i>Wildflush I.R., Mosur S.S.</i> Efficiency of macro-micro fertilizers and growth regulator application by corn for grain cultivation in soddy-podzolic light loamy soil	228
<i>Kislushko P.M.</i> Features of phenylcarbamate and phenylurea herbicides micro quantities determination in the objects of environment.....	238

<i>Kislushko P.M., Loseva M.P., Kreidich A.A.</i> Residues of isoproturon and diflufenican in agricultural plants	247
<i>Kreidich A.A.</i> Analysis of results of determining the active ingredient lambda-cyhalothrin in agricultural products in 2018–2019	251
<i>Loseva M.P.</i> Acetamiprid residues in agricultural plants	260
Author index	267

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 635.21:632.954:632.51

И.Г. Волчкевич, Г.М. Середа

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

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ МЕТРИБУЗИНСОДЕРЖАЩИХ ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки биологической и хозяйственной эффективности гербицидов Лазурит Ультра, СК и Зенкор Ультра, КС применяемых в разные сроки в посадках картофеля. Отмечена высокая гербицидная активность метрибузинсодержащих препаратов против однолетних двудольных сорняков (98,0–100 %) при внесении двукратно (до всходов и по всходам при высоте картофеля до 5 см), а также против однолетних злаковых сорных растений (83,6 до 98,4 %) при опрыскивании по всходам до 5 см картофеля, которая сохранялась в течение двух месяцев.

Ключевые слова: картофель, гербициды, сорные растения, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Защита картофеля от сорных растений является важнейшим элементом в технологии его возделывания. Наличие сорняков в посадках снижает урожай клубней на 35 % и более. Кроме прямого ущерба в виде выноса сорняками питательных веществ и влаги, происходит и множество других отрицательных явлений, способных наносить не меньший урон. Так, засоренность агроценозов способствует ухудшению условий проветривания посадок картофеля, что приводит к увеличению риска появления болезней и способствует их эпифитотийному развитию. Значительно ухудшаются условия уборки - увеличиваются потери и снижается качество клубней.

Многолетняя практика показывает, что оптимальным технологическим решением является применение метрибузинсодержащих гербицидов.

Во всем мире вот уже более 30 лет метрибузин является одним из основных действующих веществ для борьбы с сорной растительностью в посадках картофеля. Гербициды данной группы относятся к

числу малоопасных для почвенной микрофлоры, что и определило перспективность их использования в системе защиты картофеля от доминирующих видов однолетних сорняков. Известно, что метрибузин может сохраняться в почве в зависимости от погодных условий от 80 до 95 суток, однако не проникает на глубину ниже пахотного горизонта, и следовательно не несет загрязнения грунтовых вод [2, 3].

Вместе с тем следует отметить, что для проявления гербицидной активности метрибузинсодержащих препаратов обязательно строгое соблюдение всех регламентов их применения, включая сроки, нормы расхода, тип засоренности, видовое разнообразие сорняков, влажностный режим почвы и др., что обусловлено системным характером действия и поступлением действующего вещества через абсорбцию корнями сорняков, листовую пластину и стебли.

Обязательными условиями эффективного использования гербицидов этой группы и получения высокого эффекта являются: тщательность подготовки почвы (разделка без комковатости), соответствие агрохимических характеристик почв (содержание гумуса, механический состав почв, pH), их увлажненность, погодные условия (температура, осадки). Важно, чтобы рабочий раствор, особенно при дождевом внесении гербицидов был равномерно распределен по всей поверхности почвы, образуя своего рода защитный экран [3, 7].

Поэтому оценка эффективности метрибузинсодержащих гербицидов против однолетних двудольных и злаковых сорных растений в посадках картофеля в зависимости от сроков и норм их внесения является актуальной.

Место и методика проведения исследований. Полевые исследования были проведены на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посадках картофеля сорта Скарб в 2018–2019 гг. Гербициды Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л) и Лазурит Ультра, СК (метрибузин, 600 г/л) вносили ранцевым опрыскивателем Jacto HD-300 с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. Площадь опытной делянки составляла 25 м², повторность – четырехкратная [6].

Препараты применяли как однократно: после посадки до всходов культуры в нормах расхода 0,9 и 1,2 л/га или по всходам картофеля до 5 см (0,85 л/га), так и двукратно: до всходов и по всходам при высоте картофеля до 5 см в нормах расхода 0,6 л/га → 0,55 л/га и 0,6 л/га → 0,3 л/га согласно общепринятых методик [5, 6]. При внесении гербицидов до всходов культуры клубни находились в фазе прорастания, сорняки – набухание семян, фазе белых нитей. Опрыскивание по всходам картофеля при высоте растений до 5 см осуществляли по чувствительной фазе однолетних сорняков – 2–4 настоящих листьев. Оценка биологической и хозяйственной эффективности гербицидов проведена на основании методик [1, 4, 6].

Результаты исследований и их обсуждение. В период изучения эффективности метрибузинсодержащих гербицидов сорный ценоз был представлен однолетними двудольными (40,3–59,3 % от общей численности) и однодольными (40,7–59,8 %) видами.

Анализ данных гидротермических ресурсов вегетационных периодов 2018 – 2019 гг. в условиях Минского района показал, что появление всходов, рост и развитие картофеля осуществлялись при неравномерном выпадении осадков на протяжении всего периода вегетации культуры, особенно в конце мая (от 129,0 до 1,7 % от нормы в 2018 г. и от 108,0 до 15,8 % – в 2019 г.), во II и III декадах июля 2018 г. (240,7 и 295,9 % от нормы) и августе (от 25,6 до 101,1 % – 2018 г. и от 253,7 до 1,5 % – 2019 г.) месяцах, и на фоне повышенного температурного режима в течение вегетационного сезона на 0,2–4,4 °С в 2018 г. и на 1,6–6,2 °С в 2019 г. (кроме июля – I декады августа, когда средняя температура воздуха была на 1,0–2,4 °С ниже нормы). На рост и развитие сорных растений высокие температуры воздуха оказывали неблагоприятное воздействие, при этом создавались условия для сильного иссушения почв (сумма осадков – 4,0 % от нормы в 2018 г. и 52,8 % – в 2019 г.) на момент внесения гербицидов, особенно почвенного действия. Напротив, химпрополка посадок картофеля гербицидами по всходам растений до 5 см., проходила при умеренных температурах воздуха и накоплении определенного запаса влаги в почве.

Оценка эффективности гербицидов, применяемых до всходов картофеля, проведенная через месяц после опрыскивания показала, что препарат Лазурит Ультра, СК (0,9 г/га) способствовал снижению численности однолетних двудольных: мари белой (*Chenopodium album* L.), горца выюнкового (*Polygonum convolvulus* L.), ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.), звездчатки средней (*Stellaria media* L.) и проса куриного (*Echinochloa crus-galli* L.) на 77,1 %, их вегетативной массы – на 90,7 %. При применении гербицидов Лазурит Ультра, СК и Зенкор ультра, КС в норме расхода 1,2 л /га биологическая эффективность по снижению численности сорных растений составила 84,3 и 88,4 %, по уменьшению их сырой массы – 98,4 и 97,5 % соответственно. Метрибузинсодержащие гербициды на 100 % подавляли рост и развитие ярутки полевой и звездчатки средней (таблица 1).

Оценка гербицидов, проведенная через два месяца после их внесения до всходов культуры, показала высокую биологическую эффективность (88,2–97,5 %) против однолетних двудольных сорняков. Против проса куриного эффективность метрибузинсодержащих препаратов была на уровне 78,9–82,9 % по численности вида и 80,8–91,0 % по его вегетативной массе. Следует отметить, что гербициды полностью (100 %) подавляли прорастание семян галинзоги мелкоцветковой (*Galinsoga parviflora* Cav.) (таблица 2).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов при опрыскивании почвы до всходов картофеля (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение засоренности через месяц после опрыскивания, % к варианту без обработки						
	всех	в том числе					
		двудольных					одно- доль- ных
		всего	мари белой	горца вьюнко- вого	ярутки поле- вой	звезд- чатки средней	проса кури- ного
Без обработки*	<u>69,0</u> 1474,8	<u>35,5</u> 935,8	<u>27,5</u> 695,5	<u>5,5</u> 234,0	<u>2,0</u> 6,0	<u>0,5</u> 0,3	<u>33,5</u> 539,0
Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га)	<u>88,4</u> 97,5	<u>95,7</u> 99,6	<u>100</u> 100	<u>81,8</u> 98,7	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>80,6</u> 92,7
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	<u>84,3</u> 98,4	<u>90,7</u> 99,1	<u>94,5</u> 99,9	<u>75,8</u> 96,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>80,5</u> 97,1
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	<u>77,1</u> 90,7	<u>83,7</u> 96,4	<u>83,6</u> 99,8	<u>75,7</u> 83,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>71,6</u> 80,8

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицидов при опрыскивании почвы до всходов картофеля (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение засоренности через два месяца после опрыскивания, % к варианту без обработки					
	всех	в том числе				
		двудольных				однодольных
		всего	мари белой	виды горцев	галинзogi мелко- цветковой	проса кури- ного
Без обработки*	<u>63,5</u> 4120,0	<u>25,5</u> 2010,0	<u>10,0</u> 1295,0	<u>8,0</u> 690,0	<u>7,5</u> 25,0	<u>38,0</u> 2110,0
Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га)	<u>85,8</u> 89,0	<u>96,1</u> 97,5	<u>100</u> 100	<u>87,5</u> 92,7	<u>100</u> 100	<u>78,9</u> 80,8
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	<u>86,6</u> 93,2	<u>92,2</u> 95,5	<u>90,0</u> 99,9	<u>87,5</u> 87,0	<u>100</u> 100	<u>82,9</u> 91,0
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	<u>82,6</u> 87,4	<u>88,2</u> 94,2	<u>90,0</u> 99,8	<u>75,0</u> 83,3	<u>100</u> 100	<u>78,9</u> 80,9

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Аналогичная закономерность по эффективности данного довсходового внесения отмечалась и в 2019 году, причем более высокому эффекту применения гербицидов почвенного действия даже при условии сильного иссушения почв на момент их внесения, способствовало выпадение осадков в I и II декаде июня (47,1–52,8 % от нормы), которое было выше чем в 2018 г. (4,0–57,9 % от нормы). Запас влаги обеспечивал создание защитного экрана почвы, препятствующего прорастанию семян однолетних сорняков.

Отмечалась выраженная активность препаратов как по снижению численности всех сорняков (79,8–86,2 %), так и их вегетативной массы (90,6–97,1 %) соответственно нормам расхода, причем при более высокой – выявлено активное воздействие гербицидов на сдерживание прорастания семян двудольных видов: пастушьей сумки, мари белой, фиалки полевой. Прорастание семян двудольных прочих видов (подмаренник цепкий, осот огородный, торица полевая) препараты сдерживали на 66,7–100 % (таблица 3).

Таблица 3 - Биологическая эффективность гербицидов при опрыскивании почвы до всходов картофеля (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Снижение засоренности через месяц после опрыскивания, % к варианту без обработки							
	всех	в том числе						
		двудольных						однодольных
		всего	мари белой	видов горца	фиалки полевой	пастушьей сумки	прочих	проса куриного
Без обработки*	<u>47,0</u> 960,1	<u>14,0</u> 297,1	<u>6,5</u> 190,3	<u>2,0</u> 90,8	<u>2,5</u> 5,1	<u>1,5</u> 5,3	<u>1,5</u> 5,6	<u>33,0</u> 663,0
Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га)	<u>84,0</u> 97,1	<u>89,3</u> 98,9	<u>100</u> 100	<u>75,0</u> 97,8	<u>80,0</u> 97,1	<u>100</u> 100	<u>66,7</u> 82,1	<u>81,8</u> 96,3
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	<u>86,2</u> 96,8	<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>80,3</u> 95,4
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	<u>79,8</u> 90,6	<u>89,3</u> 97,6	<u>100</u> 100	<u>75,0</u> 94,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>33,3</u> 64,3	<u>75,8</u> 87,5

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Противозлаковый эффект применения гербицидов в посадках картофеля в 2019 г. во многом соответствовал результатам исследований, полученным в 2018 г., причем удельный вес злакового сорняка в общей

структуре засоренности всех однолетних сорняков превышал показатель 70,2 % против 48,6 % в 2018 г. Препараты активно воздействовали на подавление вегетативной массы сорняка, нежели его численности, при этом сохранялась отмеченная ранее направленность на усиление защитного эффекта при применении их в норме расхода 1,2 л/га.

Оценка эффективности гербицидов, проведенная через два месяца после их внесения показала, сохранение высоких показателей подавления как численности сорных растений, так и их вегетативной массы. Так, биологическая эффективность против двудольных и однодольных сорняков изменялась от 85,0 до 98,7 % (таблица 4). На наш взгляд это связано с частым кратковременным выпадением осадков в течение полутора месяцев после применения препаратов.

Таблица 4 – Биологическая эффективность гербицидов при опрыскивании почвы до всходов картофеля (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Снижение засоренности через два месяца после опрыскивания, % к варианту без обработки								
	всех	в том числе							
		двудольных						однодольных	
		всего	мари белой	ви-дов гор-цев	звезд-чатки сред-ней	фи-алки поле-вой	про-чих	всего	проса кури-ного
Без обработки*	<u>74,5</u> 1643,4	<u>19,0</u> 325,9	<u>4,5</u> 249,0	<u>2,5</u> 38,0	<u>2,0</u> 6,8	<u>9,0</u> 20,3	<u>1,0</u> 11,8	<u>55,5</u> 1317,5	<u>51,0</u> 1312,5
Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га)	<u>95,0</u> 98,7	<u>94,7</u> 99,0	<u>100</u> 100	<u>80,0</u> 93,4	<u>75,0</u> 91,2	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>95,1</u> 98,6	<u>95,7</u> 99,0
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	<u>95,4</u> 98,7	<u>91,6</u> 96,5	<u>88,9</u> 97,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>88,8</u> 86,2	<u>90,0</u> 70,2	<u>96,8</u> 99,3	<u>96,5</u> 99,3
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	<u>85,0</u> 90,9	<u>75,3</u> 93,4	<u>77,8</u> 97,2	<u>60,0</u> 77,0	<u>75,0</u> 97,2	<u>77,8</u> 93,1	<u>80,0</u> 66,0	<u>88,3</u> 90,2	<u>88,2</u> 90,2

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Испытание метрибузинсодержащих гербицидов Лазурит Ультра, СК и Зенкор Ультра, КС в системе защиты картофеля от сорных растений осуществлялось также способом опрыскивания по всходам при высоте растений до 5 см. Анализ полученных результатов по эффективности препаратов данным приемом в сравнении с довсходовым его применением показал более выраженную гербицидную активность против однолетних двудольных и злаковых сорняков. На фоне засоренности в 2018 г. однолетними сорняками (75,0 шт./м²), в том числе двудольными

видами (44,5 шт./м²) при высокой численности мари белой (32,0 шт./м²), горца вьюнкового (12,0 шт./м²), а также проса куриного (30,5 шт./м²) получены высокие показатели биологической эффективности.

Внесение гербицидов способствовало полному подавлению (100 %) прорастания семян мари белой, фиалки полевой и галинзоги мелкоцветковой в течение двух месяцев. Общая численность сорняков снижалась на 86,8–98,7 %, вегетативная масса – на 94,6–99,7 %, однако эффективность против горца вьюнкового варьировала от 75,0 до 90,0 % (таблица 5).

При применении гербицидов в данный период в посадках картофеля более заметным был и противозлаковый эффект. Снижение засоренности просом куриным, как одного из наиболее распространенных однолетних злаковых сорняков, составило 83,6–99,8 % (таблица 5).

Таблица 5 – Биологическая эффективность гербицидов в посадках картофеля при опрыскивании по всходам до 5 см (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение засоренности через месяц после опрыскивания, % к варианту без обработки					
	всех	в том числе				
		двудольных				однодольных
		всего	мари белой	горца вьюн- кового	фиалки полевой	проса кури- ного
Без обработки*	<u>75,0</u> 1456,3	<u>44,5</u> 1131,3	<u>32,0</u> 490,0	<u>12,0</u> 640,0	<u>0,5</u> 1,3	<u>30,5</u> 325,0
Зенкор Ультра, КС (0,85 л/га)	<u>98,7</u> 99,7	<u>98,9</u> 99,9	<u>100</u> 100	<u>81,8</u> 98,7	<u>100</u> 100	<u>98,4</u> 99,2
Лазурит Ультра, СК (0,85 л/га)	<u>88,7</u> 97,7	<u>88,8</u> 98,9	<u>100</u> 100	<u>75,0</u> 98,4	<u>100</u> 100	<u>83,6</u> 89,6
вариант	Снижение засоренности через два месяца после опрыскивания, % к варианту без обработки					
	всех	в том числе				
		всего	двудольных			однодольных
			мари белой	горца вьюн- кового	галинзоги мелко- цветковой	проса кури- ного
Без обработки*	<u>57,0</u> 3146,3	<u>25,0</u> 1026,3	<u>18,5</u> 716,3	<u>5,0</u> 305,9	<u>1,5</u> 4,1	<u>32,0</u> 2120,0
Зенкор ультра, КС (0,85 л/га)	<u>97,4</u> 99,7	<u>96,0</u> 99,3	<u>100</u> 100	<u>90,0</u> 98,8	<u>100</u> 100	<u>98,4</u> 99,8
Лазурит Ультра, СК (0,85 л/га)	<u>86,8</u> 94,6	<u>98,0</u> 95,1	<u>100</u> 100	<u>90,0</u> 83,7	<u>100</u> 100	<u>78,1</u> 94,4

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Оценка применения метрибузинсодержащих гербицидов дробно (2-кратно) (до всходов → по всходам до 5 см) показала, что подавление прорастания семян горца выюнкового наблюдалось в течение месяца, тогда как мари белой, фиалки полевой и галинзоги мелкоцветковой – в течение двух месяцев с момента внесения препаратов. Стабильным был и противозлаковый эффект подавления проса куриного, при этом более заметным он был при последовательной обработке посадок картофеля в нормах 0,6 л/га → 0,55 л/га (85,9–99,3 %), нежели в нормах 0,6 л/га → 0,3 л/га (81,3–94,6 %) (таблица 6).

Таблица 6 – Биологическая эффективность гербицидов в посадках картофеля при двукратном их применении (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение засоренности через месяц после опрыскивания, % к варианту без обработки					
	всех	в том числе				
		двудольных				однодольных
		всего	мари белой	горца выюнкового	фиалки полевой	проса куриного
Без обработки*	<u>75,0</u> 1456,3	<u>44,5</u> 1131,3	<u>32,0</u> 490,0	<u>12,0</u> 640,0	<u>0,5</u> 1,3	<u>30,5</u> 325,0
Зенкор Ультра, КС (0,6 л/га → 0,55 л/га)	<u>96,7</u> 99,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>91,8</u> 96,7
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,55 л/га)	<u>95,3</u> 99,3	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>88,5</u> 97,0
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,3 л/га)	<u>89,3</u> 96,8	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>73,8</u> 85,7
Снижение засоренности через два месяца после опрыскивания, % к варианту без обработки						
вариант	всех	в том числе				
		двудольных				однодольных
		всего	мари белой	горца выюнкового	галинзоги мелкоцветковой	проса куриного
Без обработки*	<u>57,0</u> 3146,3	<u>25,0</u> 1026,3	<u>18,5</u> 716,3	<u>5,0</u> 305,9	<u>1,5</u> 4,1	<u>32,0</u> 2120,0
Зенкор Ультра, КС (0,6 л/га → 0,55 л/га)	<u>93,9</u> 99,5	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>89,1</u> 99,3
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,55 л/га)	<u>92,1</u> 97,9	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>85,9</u> 98,4
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,3 л/га)	<u>88,6</u> 96,4	<u>98,0</u> 99,7	<u>100</u> 100	<u>90,0</u> 99,2	<u>100</u> 100	<u>81,3</u> 94,6

* Над чертой – численность сорняков, шт./м²; под чертой – масса сорняков, г/м²; в вариантах с гербицидами – над чертой: снижение численности сорняков; под чертой: снижение массы сорняков.

Оценка хозяйственной эффективности гербицидов Лазурит Ультра, СК и Зенкор Ультра, СК в системе защиты картофеля от сорной растительности показала, что ограничение засоренности посадок культуры способствует накоплению и формированию урожая клубней. Применение изучаемого препарата в качестве почвенного гербицида к варианту без обработки обеспечивало сохранение в 2018 году от 159,2 до 170,3 ц/га (33,5–35,9 %) урожая клубней, причем с явным преимуществом увеличения этого показателя в 2019 году от 191,3 до 212,4 ц/га (42,7–47,5 %) соответственно (таблица 7).

Таблица 7 – Хозяйственная эффективность гербицидов в посадках картофеля при довсходовом внесении в почву (полевой опыт, «РУП Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
2018 г.			
Без обработки	474,6	–	–
Зенкор ультра, КС (1,2 л/га)	639,5	164,9	34,7
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	644,9	170,3	35,9
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	633,8	159,2	33,5
НСР ₀₅	62,34		
2019 г.			
Без обработки	447,5	–	–
Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га)	647,5	200,0	44,7
Лазурит Ультра, СК (1,2 л/га)	659,9	212,4	47,5
Лазурит Ультра, СК (0,9 л/га)	638,8	191,3	42,7
НСР ₀₅	62,34		

Опрыскивание гербицидами по всходам при высоте картофеля до 5 см к варианту без обработки способствовало сохранению до 198,4 ц/га (44,1 %) урожая клубней, дробным способом – 192,9–210,8 ц/га (42,9–46,9 %), при этом наибольшие значения дополнительного урожая получены при применении гербицида Лазурит Ультра, СК в максимальной норме расхода 1,2 л/га (таблица 8).

Статистическая обработка данных по продуктивности растений показала достоверное превышение урожайности картофеля в вариантах с применением гербицидов в сравнении с вариантом без их внесения, однако различия между вариантами с гербицидами по способам и нормам внесения незначительны.

Таблица 8 - Влияние метрибузинсодержащих гербицидов на урожайность картофеля (полевой опыт, «РУП Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Срок внесения	Урожай- ность, ц/га	Сохраненный урожай	
			ц/га	%
Без обработки	—	449,7	—	—
Зенкор Ультра, КС (0,85 л/га)	по всходам до 5 см.	647,8	198,1	44,0
Лазурит Ультра, СК (0,85 л/га)	по всходам до 5 см.	648,1	198,4	44,1
Зенкор Ультра, КС (0,6 л/га → 0,55 л/га)	до всходов → по всходам до 5 см.	646,4	196,7	43,7
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,55 л/га)	до всходов → по всходам до 5 см.	660,5	210,8	46,9
Лазурит Ультра, СК (0,6 л/га → 0,3 л/га)	до всходов → по всходам до 5 см.	642,6	192,9	42,9
НСР ₀₅		93,45		

Заключение. Таким образом, в результате 2-х летних испытаний метрибузинсодержащих препаратов в посадках картофеля на сред-неспелом сорте Скарб против однолетних двудольных и злаковых сорняков установлена их высокая гербицидная активность.

При опрыскивании почвы до всходов картофеля максимальная эффективность по снижению численности всех сорных растений отмечалась при применении гербицидов Лазурит Ультра, СК и Зенкор Ультра, СК в норме 1,2 л/га (85,8–95,4 %), тогда как в норме 0,9 л/га – несколько снижалась до показателей 82,6–85,0 %. Подавление вегетативной массы сорняков отвечало той же закономерности: 89,0–98,7 % и 87,4–90,9 % соответственно.

Повсходовое внесение гербицидов при высоте растений до 5 см было более активным и заметным, чем довсходовое: засоренность посадок однолетними сорняками снижалась на 86,8–97,4 %, вегетативная масса – на 94,6–99,7 %, дробным способом (до и после всходов) – на 88,6–93,9 % и 96,4–99,5 % соответственно.

Следует отметить, что наилучшие результаты по биологической эффективности метрибузинсодержащих препаратов получены при их внесении двукратно (до всходов и по всходам при высоте картофеля до 5 см) против однолетних двудольных сорняков и при опрыскивании по всходам до 5 см картофеля против однолетних злаковых сорных растений.

Выраженная гербицидная активность препаратов против доминирующих видов однолетних сорняков в посадках картофеля способствовала сохранению потенциальной урожайности культуры.

Довсходовое внесение гербицидов обеспечивало получение дополнительного урожая клубней картофеля до 33,5–47,5 %, по всходам и дробным способами – до 42,9–46,9 %.

Список литературы

1. Практикум по химической защите растений / А.И. Афанасьева [и др.]. – М.: Колос, 1983. – 234 с.
2. Захаренко, В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков, ее научного обеспечения / В.А. Захаренко // Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч.-произв. совещ., Голицино, 20–21 июля 2005 г. – ВНИИФ: Голицино, 2005 – С. 7–21.
3. Кислушко, П. М. Влияние гербицидов различных химических классов на микрофлору почвы и обоснование коэффициентов безопасности / П. М. Кислушко, А. П. Молчан // Проблемы сорной растительности и меры борьбы с ней: междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К. П. Паденова, Минск-Прилуки, 22–25 февр., 2010 г.: тез. докл. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укруп. тип., 2010. – С. 99–102.
4. Лунева, Н.Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации / Н. Н. Лунева, Е. Н. Мыслик // Приложения к журналу «Вестник защиты растений». – 2018. – № 26. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1241599> – Дата доступа: 30.03.2020.
5. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / ВНИИ защиты растений. – М., 1981 – 46 с.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в республике Беларусь / сост. С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
7. Петрашкевич, Н. В. Экотоксикологические аспекты применения метрибузинсодержащих гербицидов / Н. В. Петрашкевич, П. М. Кислушко, М. Ф. Заяц // Проблемы сорной растительности и меры борьбы с ней: междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К.П. Паденова, Минск–Прилуки, 22–25 февр. 2010 г. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2010. – С.143–146.

I.G. Volchkevich, G.M. Sereda

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

INFLUENCE OF METRIBUZIN-CONTAINING HERBICIDES APPLICATION ON POTATO PLANTINGS WEED INFESTATION

Annotation. The results of evaluation the biological and economic efficiency of herbicides Lazurite Ultra, SC and Sencor Ultra, SC at different times of application in potato plantings are presented in the article. High herbicidal activity of metribuzin-containing preparations against annual dicotyledonous weeds (98.0–100 %) has been noted by two times application (before germination and on potato seedlings at a height of up to 5 cm), as well as against annual grass weeds (83.6 to 98.4 %) by spraying on 5 cm potato seedlings, having been preserved for two months.

Key words: potato, herbicides, weeds, biological and economic efficiency.

КОНТРОЛЬ ПРОСА КУРИНОГО В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

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

Аннотация. Приведены результаты исследований по регулированию численности проса куриного (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) в посевах сахарной свеклы при применении граминицидов на основе хизалофоп-П-этила, галоксифоп-Р-метила, феноксапроп-П-этила, клетодима и баковой смеси клетодим + галоксифоп-Р-метил. Применение гербицидов через месяц после обработки позволило снизить засорённость посевов на 96,4–100 %, сохранить урожай корнеплодов и дополнительно получить от 138–200 до 493–558 ц/га свёклы (в зависимости от численности проса) и существенно увеличить выход сахара. Отрицательного влияния на рост, развитие культуры и на технологические качества корнеплодов не выявлено.

Ключевые слова: сахарная свекла, просо куриное, граминициды, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Максимальный ущерб высоким и стабильным урожаям всех сельскохозяйственных культур, в том числе и сахарной свёкле, наносят сорные растения. С учетом большого ассортимента гербицидов и правильной системе их применения засоренность посевов сахарной свеклы в Республике Беларусь за последние годы существенно снизилась и в настоящий момент составляет 3,1–5,6 шт./м² (порог 3–10 шт./м²). От 7,1 до 28,0 % полей практически чистые от сорняков, 51,4–66,5 % засорены в очень слабой степени (1–5 шт./м²), на 19,2–33,3 % численность сорных растений составляет 6–15 шт./м² и на 0,4–1,4 % полей их численность превышает 16 шт./м². На высоком уровне сохраняется засорённость марью белой (*Chenopodium album* L.), просом куриным (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), трехреберником непахучим (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), горцем шероховатым (*Polygonum scabrum* Moench) [1].

Следует обратить внимание также на снижение видового разнообразия и изменение структуры доминирования сорных растений в агроценозах культуры. Если в начале 2000-х годов доля мари белой и проса куриного не превышала 25,0 % от численности всех сорных растений, то за последние 7–8 лет доля проса куриного составляет 33,3–39,6 %, а мари белой – 50,0–54,2 % от их численности. Изменение

видового состава сорных растений связано как с климатическими условиями республики, так и с хозяйственной деятельностью людей (способ обработки почвы, севооборот, применение гербицидов и др.). При этом, из всех противозлаковых гербицидов, применяемых на сахарной свекле, большинство относится к группе с действующим веществом хизалофоп–П–этил – 34,8 %, галоксифоп–Р–метил – 21,7 %, клетодим – 13,0 %, с прочими действующими веществами (6 д.в.) – 30,5 %.

Целью наших исследований стало изучение регулирования численности проса куриного в посевах сахарной свеклы при применении граминицидов с различными действующими веществами (хизалофоп–П–этил, галоксифоп–Р–метил, феноксапроп–П–этил, клетодим, клетодим + галоксифоп–Р–метил) в различных нормах расхода препаратов на неодинаковых по засоренности посевах.

Место и методика проведения исследований. Определение видового состава и численности сорных растений в посевах сахарной свёклы проводили путём маршрутных обследований по общепринятым методикам [3, 4], Изучение эффективности гербицидов – в соответствии с «Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь» (2007) [5] в мелкоделяночных и производственных опытах в 2007–2009, 2011–2017 гг.

Агротехника возделывания культуры – общепринятая для зоны. Почва дерново-подзолистая легко- и среднесуглинистая. Площадь опытной делянки в полевых опытах – 16,2–21,6 м², в производственных – 5 га; повторность опытов – трех-, четырёхкратная и двукратная, соответственно, расположение делянок – последовательное. Схемы опытов представлены в таблицах. Мероприятия по уходу за посевами – в соответствии с интенсивной технологией возделывания.

В исследованиях были использованы граминициды с различными действующими веществами: Форвард, МКЭ (хизалофоп–П–этил, 60 г/л); Малибу 104 КЭ (галоксифоп–Р–метил, 104 г/л) и Делик супер 240, КЭ (галоксифоп–Р–метил, 240 г/л); Фенова экстра, ВЭ (феноксапроп–П–этил, 110 г/л); Шедоу, КЭ (кетодим, 120 г/л); Квикстеп, МКЭ (кетодим, 130 г/л + галоксифоп–Р–метил, 80 г/л).

Способ применения гербицидов – поделаночное опрыскивание, расход рабочего раствора – 300 л/га, сроки применения гербицидов – в фазу 2–6 листьев у проса куриного. Учёты численности сорных растений проводились до обработки (исходная засорённость) и через 30 дней после применения гербицидов. Уборка урожая осуществлялась поделаночно; определение технологических качеств корнеплодов сахарной

свёклы – на РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле» (г. Несвиж, Минская область). Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2].

Результаты исследований. При изучении эффективности гербицида Форвард, МКЭ (хизалофоп–П–этил, 60 г/л) перед обработкой численность проса куриного составляла 732 шт./м². Через месяц после применения гербицидов его численность во всех вариантах опыта снижалась на 97,9–98,8 %, вегетативная масса сорняка – на 96,9–98,6 %. При этом, не было отмечено существенных различий в эффективности между эталоном (Миура, КЭ в нормах расхода 0,4 и 0,8 л/га) и изучаемым препаратом (Форвард, МКЭ в нормах расхода 0,6, 1,2 и 1,8 л/га). Применение гербицидов против проса куриного позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 558–646 ц/га свеклы и увеличить выход сахара на 107–115 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Действие гербицида Форвард, МКЭ на просо куриное в посевах сахарной свеклы (мелкоделяночный опыт, ОАО «Гастелловское», Минская область и район, 2007 г.)

Показатели	Варианты опыта					
	Контроль	Миура, КЭ (0,4 л/га)	Миура, КЭ (0,8 л/га)	Форвард, МКЭ (0,6 л/га)	Форвард, МКЭ (1,2 л/га)	Форвард, МКЭ (1,8 л/га)
Исходная засоренность, шт./м ²	732					
Эффективность по снижению численности, %	1105 шт./м ²	98,6	98,8	97,9	98,2	98,3
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	8850 г/м ²	97,3	98,6	96,9	97,9	98,2
Урожайность, ц/га	42	600	688	613	664	680
НСР ₀₅	90					
Сахаристость корнеплодов, %	16,6	19,0	17,8	18,9	17,9	17,8
Расчётный выход сахара, ц/га	7	114	122	116	119	121

Учитывая достаточную эффективность препарата Форвард, МКЭ в минимальной норме расхода в мелкоделяночном опыте схема опыта в 2008 г. была изменена и включала две нормы расхода: 0,6 и 0,8 л/га. Согласно полученным данным, гербицид показал высокую эффективность и в производственных условиях (таблица 2).

Перед обработкой гербицидами проса куриного на участке произрастало 190 шт./м²; после применения граминицидов численность сорного растения во всех вариантах опыта снижалась на 96,4–99,6 %, вегетативная масса – на 96,9–99,8 %. При этом, как и в предыдущем опыте, не было отмечено существенных различий в эффективности между эталоном (Таргет, КЭ в норме расхода 1,0 л/га) и изучаемыми вариантами (Форвард, МКЭ в нормах расхода 0,6 и 0,8 л/га). Применение гербицидов против проса куриного в производственных условиях позволило дополнительно получить 309–342 ц/га свеклы и увеличить выход сахара на 49,6–51,2 ц/га.

Таблица 2 – Эффективность гербицида Форвард, МКЭ против проса куриного в посевах сахарной свеклы (производственный опыт, СПК «Чернели», Ивьевский район, Гродненская область, 2008 г.)

Показатели	Варианты опыта			
	Контроль	Таргет, КЭ (1,0 л/га) – эталон	Форвард, МКЭ (0,6 л/га)	Форвард, МКЭ (0,8 л/га)
Исходная засоренность, шт./м ²	190			
Эффективность по снижению численности, %	250 шт./м ²	99,6	96,4	99,2
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	2450 г/м ²	99,8	96,9	99,3
Урожайность, ц/га	185	511	494	527
НСП ₀₅	66			
Сахаристость корнеплодов, %	15,4	15,6	15,8	15,1
Расчётный выход сахара, ц/га	28,5	79,7	78,1	79,6

В 2011 г. при изучении эффективности гербицида Малибу 104 КЭ (галаксифоп-Р-метил, 104 г/л) в посевах сахарной свеклы против однолетних злаковых сорных растений исходная засоренность просом куриным составляла 124 шт./м². Через месяц в контроле его численность составила 241 шт./м², вегетативная масса – 5282 г/м². После обработки гербицидами численность и вегетативная масса проса куриного в эталоне (Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га) снижалась на 97,2 и 97,7 %, в варианте с применением Малибу 104 КЭ (0,5 л/га) – на 97,8 и 98,1 %, соответственно. Применение гербицидов против проса куриного позволило дополнительно получить 138–200 ц/га свёклы (при урожайности в контроле 400 ц/га) и увеличить выход сахара на 31,0–33,5 ц/га (при расчётном выходе сахара в контроле 63,8 ц/га) (таблица 3).

В 2012 г. перед обработкой гербицидами численность проса куриного составляла 362 шт./м², при количественно-весовом учете в контроле – численность была 514 шт./м² и вегетативная масса – 5654 г/м². Через месяц как в эталоне (Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га), так

и в варианте с применением Малибу 104 КЭ (0,5 л/га) просо куриное погибло полностью. При применении гербицидов дополнительно получено 416–463 ц/га корнеплодов свёклы, выход сахара повысился на 71–75 ц/га (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая и хозяйственная эффективности гербицида Малибу 104 КЭ против проса куриного в посевах сахарной свёклы

Показатели	Вариант		
	Контроль	Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га) – эталон	Малибу 104 КЭ (0,5 л/га)
<i>Мелкоделяночный опыт, ОАО «Гастелловское», Минская область и район, 2011 г.</i>			
Исходная засорённость, шт./м ²	124		
Эффективность по снижению численности, %	241 шт./м ²	97,2	97,8
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	5282 г/м ²	97,7	98,1
Урожайность, ц/га	400	600	538
НСР ₀₅	86		
Сахаристость корнеплодов, %	15,95	16,22	17,62
Расчётный выход сахара, ц/га	63,8	97,3	94,8
<i>Мелкоделяночный опыт, СПК им. Войкова, Минская область и район, 2012 г.</i>			
Исходная засорённость, шт./м ²	362		
Эффективность по снижению численности, %	514 шт./м ²	100	100
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	5654 г/м ²	100	100
Урожайность, ц/га	191	607	654
НСР ₀₅	68		
Сахаристость корнеплодов, %	16,34	16,88	16,14
Расчётный выход сахара, ц/га	31	102	106

В 2016–2017 гг. изучена эффективность гербицида Делик Супер 240, КЭ (галаксифоп-Р-метил, 240 г/л) с таким же действующим веществом, но более высоким его содержанием (таблица 4). В 2016 г. через месяц после обработки численность и вегетативная масса проса куриного в эталоне (Малибу 104 КЭ (0,5 л/га) снижалась на 98,9–99,2 %, в варианте с применением гербицида Делик Супер 240, КЭ в норме расхода 0,3 л/га – на 97,8–98,7 %.

В 2017 г. через 15 дней после обработки биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы проса куриного в варианте с применением Делика Супер 240, КЭ в норме расхода 0,3 л/га была на уровне эталона (Миура, КЭ в норме расхода 0,8 л/га) и составила 96,9–98,5 % (в эталоне – 97,4–98,7 %), однако через 3 недели после обработки наблюдалось появление новой волны проса куриного, что

значительно снижало эффективность применяемых препаратов. В связи с этим, результаты учетов представлены на 15-й день. Данный факт имеет смысл учитывать в дальнейшем при регистрации препаратов против проса куриного, т.к. в отдельные годы появление новых всходов сорняка вызывает необходимость проведения дополнительных обработок граминцидами. Гербициды одновременно применялись и против пырея ползучего, поэтому данные по урожайности не приводятся.

Таблица 4 – Эффективность гербицида Делик Супер 240, КЭ против проса куриного в посевах сахарной свёклы

Показатели	Вариант		
	Контроль	Малибу 104 КЭ (0,5 л/га) – эталон	Делик Супер 240, КЭ (0,3 л/га)
<i>Мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016 г.</i>			
Исходная засорённость, шт./м ²	124		
Эффективность по снижению численности, %	186 шт./м ²	98,9	97,8
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	2860 г/м ²	99,2	98,7
<i>Мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2017 г.</i>			
Показатели	Вариант		
	Контроль	Миура, КЭ (0,8 л/га) – эталон	Делик Супер 240, КЭ (0,3 л/га)
Исходная засорённость, шт./м ²	43		
Эффективность по снижению численности через 15 дней после обработки, %	97 шт./м ²	97,4	96,9
Эффективность по снижению вегетативной массы через 15 дней после обработки, %	455 г/м ²	98,7	98,5

Изучение влияния гербицида Фенова Экстра, ВЭ (феноксапроп–П–этил, 110 г/л) в нормах расхода 0,5 и 0,75 л/га на просо куриное проводилось в 2009 г. в условиях полевого опыта, исходная засоренность составляла 158 шт./м². Через месяц после применения гербицидов просо куриное погибло полностью. Применение гербицидов Фурекс, КЭ в нормах расхода 0,6 и 0,9 л/га (эталон 1 и 2) и Фенова Экстра, ВЭ (0,5 и 0,75 л/га) против проса куриного позволило дополнительно получить 333–361 ц/га свёклы и увеличить выход сахара на 62,4–69,5 ц/га.

В 2014 году изучена эффективность одно- и двукратного применения граминцидов на примере Шедоу, КЭ (клетодим, 120 г/л). Перед обработкой исходная засоренность просом куриным составила 128 шт./м². Через месяц после внесения при однократном опрыскивании в фазу 2–4 листьев у проса куриного численность и вегетативная масса

сорного растения в эталоне (Малибу 104 КЭ в норме расхода 0,5 л/га) снижалась на 98,0–99,6 %, в вариантах с применением гербицида Шедоу, КЭ в нормах расхода 0,6 и 0,8 л/га – на 99,2–100 %, (при численности проса куриного в варианте без применения гербицида 165 шт./м² и вегетативной массе 787 г/м²).

При двукратном опрыскивании исходная засоренность просом куриным перед первой обработкой составила 121 шт./м², второй – 5 шт./м². Через месяц после второй обработки гербицидом Шедоу, КЭ в изучаемых нормах расхода биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы проса куриного составила 100 % (при численности проса куриного в варианте без применения гербицида 154 шт./м² и вегетативной массе 652 г/м²)

При применении гербицидов дополнительно получено 275–291 ц/га свёклы (при урожайности в варианте без применения гербицида 317 ц/га), выход сахара повысился на 51,0–56,7 ц/га (при расчётном выходе сахара в контроле 51,0 ц/га) (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность одно- и двукратного применения гербицида Шедоу, КЭ в посевах сахарной свёклы (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2014 г.)

Вариант опыта	Показатели				
	биологическая эффективность, %		урожайность, ц/га	сахаристость корнеплодов, %	расчётный выход сахара, ц/га
	по снижению численности*	вегетативной массы**			
Контроль	154-165	652-787	317	16,1	51,0
Малибу 104 КЭ (0,5 л/га) – эталон	98,0	99,6	592	18,2	107,7
Шедоу, КЭ (0,6 л/га)	99,2	99,9	596	17,9	106,7
Шедоу, КЭ (0,8 л/га)	100	100	602	17,2	103,5
Шедоу, КЭ (0,6 л/га × 2)	100	100	600	17,0	102,0
Шедоу, КЭ (0,8 л/га × 2)	100	100	608	17,3	105,2
НСР ₀₅			96		

* В контроле численность сорняков, шт./м²; ** в контроле масса сорняков, г/м².

Действие комбинированного гербицида Квикстеп, МКЭ (клетодим, 130 г/л + галоксифоп-Р-метил, 80 г/л) на просо куриное изучалось в 2012-2013 гг. на различных по засоренности посевах (с численностью от 94 до 362 шт./м²) в мелкоделяночных опытах.

В 2012 году перед обработкой гербицидами численность проса куриного составляла 362 шт./м². Через месяц после обработки гербицидами численность и вегетативная масса проса куриного в эталоне (Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га)) и в варианте с применением гербицида Квикстеп, МКЭ в чистом виде в норме расхода 0,4 л/га и при совместном применении с

ПАВ (0,4 л/га + 1,0 л/га) снижались на 100 %. Применение гербицидов против проса куриного позволило сохранить 416–493 ц/га свёклы (при урожайности в контроле 191 ц/га) и увеличить выход сахара на 71–85 ц/га (при расчётном выходе сахара в контроле 31 ц/га) (таблица 6). Аналогичные данные по эффективности препарата получены и в 2013 г. Учитывая, что гербициды одновременно применялись и против пырея ползучего, данные по урожайности за этот год не приводятся.

Таблица 6 – Эффективность гербицида Квикстеп, МКЭ против проса куриного в посевах сахарной свёклы

Показатели	Варианты опыта			
	Контроль	Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га) – эталон	Квикстеп, МКЭ (0,4 л/га)	Квикстеп, МКЭ + ПАВ (0,4 + 1,0 л/га)
Мелкоделяночный опыт, СПК им. Войкова, Минская область и район, 2012 г.				
Исходная засоренность, шт./м²	362			
Эффективность по снижению численности, %	514 шт./м²	100	100	100
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	5654 г/м²	100	100	100
Урожайность, ц/га	191	607	659	684
Сахаристость корнеплодов, %	16,34	16,88	17,20	16,98
Расчётный выход сахара, ц/га	31	102	113	116
НСР ₀₅	80			
Мелкоделяночный опыт, ОАО «Несвижский Райагросервис», Несвижский р-н, 2013 г.				
Показатели	Вариант опыта			
	Контроль	Зеллек супер, КЭ (0,5 л/га) – эталон	Квикстеп, МКЭ (0,4 л/га)	Квикстеп, МКЭ (0,6 л/га)
Исходная засоренность, шт./м²	94			
Эффективность по снижению численности, %	154 шт./м²	100	97,3	98,1
Эффективность по снижению вегетативной массы, %	2920 г/м²	100	97,8	99,0

Выводы. Таким образом, в системах защиты сахарной свёклы применение гербицидов с различными действующими веществами (хизалофоп–П–этил, галоксифоп–Р–метил, феноксапроп–П–этил, клотодим, клотодим + галоксифоп–Р–метил) позволяет эффективно защищать культуру от проса куриного: биологическая эффективность по снижению ее

численности составляет 96,4–100 %, по снижению вегетативной массы – 96,9–100 %. Применение гербицида позволяет дополнительно получить в зависимости от численности проса куриного от 138–200 до 493–558 ц/га свёклы и существенно увеличить выход сахара. Отрицательного действия на рост и развитие культуры не выявлено.

На основании полученных результатов вышеназванные гербициды включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, 2017» и рекомендованы для широкого применения в посевах сахарной, столовой и кормовой свёклы в условиях Республики Беларусь.

Список литературы

1. Гаджиева, Г. И. Фитосанитарная ситуация в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева // Земледелие и защита растений. – 2017. – №3: приложение. – С. 24-33.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / Всесоюз. произв.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. сел. хоз-ва. – М.: Агропромиздат, 1986. – 15 с.
4. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / Гос. комиссия по хим. средствам б-бы с вредителями, болезнями растений и сорняками МСХ СССР, ВИЗР - М.: Колос, 1981. - 46 с.
5. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; сост. С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская / Несвиж, 2007. – 58 с.

G.I. Gadzhieva, A.N. Bobovich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

BARNYARD GRASS (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI*) CONTROL IN SUGAR BEET CROPS

Annotation. The results of researches on the regulation of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) number in sugar beet crops with the use of graminicides based on quizalofop-P-ethyl, haloxyfop-P-methyl, fenoxaprop-P-ethyl, cletodim and tank mixtures of cletodim + haloxyfop-P-methyl are presented. The use of herbicides in a month after treatment has made it possible to reduce the crops infestation for 96,4–100 %, preserving the root crops yield and getting additionally from 138–200 to 493–558 cwt/ha of beet roots (depending on barnyard grass number), significantly increasing sugar yield. No negative effect on growth, crop development and technological root crops characters has been noticed.

Key words: sugar beet, barnyard grass, graminicides, biological and economic efficiency.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСЛЕВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КОРМОВЫХ БОБОВ

Рецензент: канд. с.-х. наук Супранович Р.В.

Аннотация. В статье представлены данные по эффективности послевсходовых гербицидов Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5+1,0 л/га), Пульсар, ВР (1,0 л/га), Базагран, ВР (3,0 л/га) и Гермес, МД (0,9 л/га) в агроценозе кормовых бобов. Установлено, что опрыскивание посевов в фазе 1–3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков позволило сохранить в зависимости от вариантов опыта 5,9–9,6 ц/га зерна кормовых бобов, что обеспечило получение условного чистого дохода в размере 23,2–228,4 руб./га, при уровне рентабельности 65,5–228,4 %

Ключевые слова: кормовые бобы, сорные растения, послевсходовые гербициды, эффективность.

Введение. Повышение эффективности животноводческой отрасли в условиях Республики Беларусь невозможно без полноценного и сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных растительным белком. В этой связи, к 2025 г. в сельскохозяйственных организациях страны требуемая посевная площадь зернобобовых культур должна составить не менее 400 тыс. га, в том числе и под кормовые бобы.

Основным достоинством кормовых бобов является высокое качество урожая зерна и зеленой массы. Так, в 1 кг зерна содержится от 22,6 до 35,0 % белка, 1,1–1,29 кормовых единиц, ценные аминокислоты, водорастворимые углеводы, большое количество минеральных веществ и витаминов [5, 10]. В 1 кг зеленой массы находится 0,14 кг корм. ед., 26 г переваримого протеина. Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед. силоса превышает 120 г [9]. По мнению Г.И. Ившина [6], при производстве комбикормов 1 кг кормовых бобов может заменить 0,5 кг соевого шрота и 0,5 кг ячменя. Благодаря азотфиксирующим свойствам кормовые бобы не только обеспечивают себя атмосферным азотом, но и последующие культуры в севообороте [7].

Вместе с тем, серьезной проблемой при возделывании кормовых бобов в республике является засоренность посевов [1]. Установлено, что из зернобобовых культур они наиболее сильно страдают от сорной растительности. Связано это с медленным ростом растений кормовых бобов в начальный период вегетации, что позволяет сорным растениям успешно конкурировать с культурой в потреблении влаги, питательных

веществ, использовании света. Исходя из особенностей формирования плодов кормовых бобов, сорные растения препятствуют равномерному и быстрому их созреванию [3, 4].

Маршрутными обследованиями 2016–2019 гг., выявлено, что в условиях Беларуси в посевах кормовых бобов произрастало от 10 до 23 видов сорных растений при общей засоренности, в среднем по годам – 20,2–75,0 шт/м². При этом основными доминирующими видами были: марь белая (*Chenopodium album* L.); осот полевой (*Sónchus arvénsis* L.); пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), просо куриное (*Echinóchloacrus-gállí* (L.) P.B.); подмаренник цепкий (*Gálíum aparíne* L.), виды горцев (*Polygonum* spp.) [3, 4].

Широкое распространение в посевах кормовых бобов получили почвенные гербициды, однако их защитное действие, особенно в засушливых погодных условиях недостаточно эффективно. В этой связи расширение ассортимента послевсходовых гербицидов в посевах культуры является актуальным и представляет научный и практический интерес. Цель исследований – оценить эффективность применения послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов в условиях Беларуси.

Материалы и методы исследований. Исследования по оценке эффективности гербицидов проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов сорта Стрелецкие. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Опрыскивание посевов проводилось в фазе 1–3 настоящих листьев культуры и ранние фазы роста по следующей схеме: 1. Без применения гербицида; 2. Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) + ПАВ ДАШ – 1,5+1,0 л/га (эталон); 3. Базагран, ВР (бентазон, 480 г/л) – 3,0 л/га; 4. Пульсар, ВР (имазамокс, 40 г/л) – 1,0 л/га; 5. Пульсар, ВР и Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га); 6. Гермес, МД (хизалофоп-П-этил, 50 г/л + имазамокс, 38 г/л) – 0,9 л/га. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Препараты вносились методом сплошного опрыскивания поделочно опрыскивателем EURO – PULVE – 68130 ASPACH. Учет численности и вегетативной массы сорных растений осуществлялся по общепринятым методикам [8]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [2]. Расчет экономической эффективности произведен по цене за 2019 г. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Отмечено, что перед закладкой опыта погодные условия в 2018 г. характеризовались повышенным температурным режимом – на 4,9 °С выше среднеголетних значений с дефицитом выпадения осадков – 63,1 % от нормы. Численность всех сорных растений до внесения препаратов составляла 76,5–81,6 шт./м².

Результаты исследования показали, что через 30 дней после закладки опыта в варианте Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5 + 1,0 л/га) снижение численности всех сорных растений составило 86,2 %, вегетативной массы – 88,1 % (таблица 1). Внесение препарата Базагран, ВР (3,0 л/га) обеспечило биологическую эффективность по численности – 87,6 %, по вегетативной массе – 89,3 %.

В варианте Пульсар, ВР (1,0 л/га) снижение численности сорных растений было на уровне 78,2 %, вегетативной массы – 77,7 %. Опрыскивание посевов баковой смесью гербицидов Пульсар, ВР и Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га) в посевах культуры обеспечило биологическую эффективность по численности – 90,3 %, по вегетативной массе – 91,6 %. При этом снижение численности проса куриного составляло 81,7 %, вегетативной массы – 85,4 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», полевой опыт, 2018 г.)

Вариант	Снижение численности и вегетативной массы сорных растений, %						
	всего	в том числе					
		мари белой	горца вьюнкового	па- стущей сумки	пикуль- ника обыкновенного	просо куриного	пырея ползучего
Без применения гербицида*	<u>109,0</u> 1724,0	<u>37,0</u> 987,0	<u>10,0</u> 84,0	<u>11,0</u> 146,2	<u>7,0</u> 12,0	<u>25,0</u> 380,0	<u>19,0</u> 115,0
Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5 + 1,0 л/га)	<u>86,2</u> 88,1	<u>92,2</u> 93,3	<u>78,1</u> 80,4	<u>99,2</u> 98,4	100	<u>81,6</u> 82,2	<u>1,0</u> 2,5
Базагран, ВР (3,0 л/га)	<u>87,6</u> 89,3	<u>93,1</u> 89,4	<u>76,3</u> 80,3	<u>97,3</u> 99,4	<u>86,2</u> 89,4	<u>+5,3</u> +8,9	<u>+6,1</u> +8,2
Пульсар, ВР (1,0 л/га)	<u>78,2</u> 77,7	<u>91,2</u> 92,4	<u>61,6</u> 60,7	100	<u>80,4</u> 82,2	<u>78,2</u> <u>83,6</u>	<u>+0,2</u> <u>+1,3</u>
Пульсар, ВР + Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га)	<u>90,3</u> <u>91,6</u>	<u>93,6</u> 92,1	<u>90,1</u> 89,3	<u>96,1</u> 99,1	<u>82,2</u> 84,3	<u>81,7</u> 85,4	<u>1,5</u> 2,6
Гермес, МД (0,9 л/га)	<u>86,7</u> 88,4	<u>91,6</u> 93,1	<u>78,5</u> 76,7	100	100	<u>82,3</u> 84,4	<u>70,3</u> 69,5

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

Обработка посевов культуры гербицидом Гермес, МД (0,9 л/га) способствовала получению биологической эффективности против сорняков по численности 86,7 %, по вегетативной массе – 88,4 %. Снижение численности проса куриного составило 82,3 %, вегетативной массы – 84,4 %, пырея ползучего – 70,3 и 69,5 %, соответственно.

Перед закладной опыта в 2019 г. среднесуточная температура воздуха была выше уровня среднесезонных данных на 2,2 °С при недостаточном количестве выпадения осадков – 3,7 % от нормы.

Численность сорных растений перед внесением гербицидов составляла 91,0–109,2 шт./м².

Выявлено, что в 2019 г. прослеживалась такая же тенденция по биологической эффективности изучаемых гербицидов как и в 2018 г. Так, в варианте Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5 +1,0 л/га), через 30 дней после обработки, снижение численности сорных растений составило 84,7 % вегетативной массы – на 87,7 % относительно варианта без применения гербицида (таблица 2). При внесении гербицида Базагран, ВР (3,0 л/га) биологическая эффективность по численности составила 91,8 %, по вегетативной массе – 90,4 %. Важно отметить, что в исследуемые годы данный препарат не проявляет гербицидной активности против злаковых сорных растений. Снижение численности сорных растений в варианте опыта Пульсар, ВР (1,0 л/га) было на уровне 75,3 %, вегетативной массы – 76,5 %, при этом не отмечено действие препарата на пырей ползучий.

Таблица 2 – Биологическая эффективность послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», полевой опыт, 2019 г.)

Вариант	Снижение численности и вегетативной массы сорных растений, %						
	всего	в том числе					
		мари белой	горца вьюнкового	пастушьей сумки	ярутки полевой	просо куриного	пырея ползучего
Без применения гербицида*	<u>128,0</u> 1802,0	<u>40,0</u> 1100,0	<u>12,0</u> 83,0	<u>15,0</u> 130,0	<u>8,0</u> 10,0	<u>31,0</u> 371,0	<u>22,0</u> 108,0
Корум, ВРК+ ПАВ ДАШ (1,5 +1,0 л/га)	<u>84,7</u> 87,7	<u>90,0</u> 95,4	<u>79,1</u> 79,5	100	100	<u>80,6</u> 81,3	<u>1,2</u> 3,6
Базагран, ВР (3,0 л/га)	<u>91,8</u> 90,4	<u>94,0</u> 88,6	<u>79,1</u> 78,3	100	<u>87,5</u> 82,5	<u>+6,1</u> +8,7	<u>+7,4</u> +9,3
Пульсар, ВР (1,0 л/га)	<u>75,3</u> 76,5	<u>92,0</u> 91,8	<u>63,3</u> 61,9	100	<u>81,2</u> 80,0	<u>79,0</u> 78,4	<u>0,7</u> 2,2
Пульсар, ВР + Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га)	<u>87,5</u> 88,1	<u>94,5</u> 93,7	<u>91,6</u> 87,9	<u>90,0</u> 86,1	<u>86,2</u> 87,5	<u>77,4</u> 79,5	<u>2,1</u> 6,4
Гермес, МД (0,9 л/га)	<u>85,1</u> 87,2	<u>88,7</u> 92,2	<u>75,0</u> 74,6	100	100	<u>80,6</u> 81,1	<u>72,7</u> 73,1

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

Применение баковой смеси препаратов Пульсар, ВР и Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га) в посевах культуры обеспечило биологическую эффективность против всех видов сорных растений по численности – 87,5 %, по вегетативной массе 88,1 %. При этом снижение численности проса куриного составляло 77,4 %, а их вегетативной массы – 79,5 %.

При опрыскивании посевов культуры гербицидом Гермес, МД (0,9 л/га) биологическая эффективность против сорняков по

численности составила 85,1 %, по вегетативной массе – 87,2 %. Снижение численности проса куриного составило 80,6 %, вегетативной массы – 81,1 %, пырея ползучего – 72,7 и 73,1 %, соответственно.

В исследуемые годы в посевах кормовых бобов также проводилась оценка эффективности гербицида Гербитокс, ВРК (МЦПА кислоты, 500 г/л). Отмечено, что при внесении его в норме расхода 0,5 л/га в фазе 1–3 листьев культуры наблюдалось фитотоксическое действие на культуру в виде искривления стебля и угнетения точки роста, что, впоследствии, привело к гибели растений.

Оценка хозяйственной эффективности показала, что обработка посевов кормовых бобов послевсходовыми гербицидами позволила сохранить от 5,9 ц/га зерна в варианте Базагран, ВР (3,0 л/га) до 9,6 ц/га в варианте Пульсар, ВР и Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га) (таблица 3).

Таблица 3 – Хозяйственная и экономическая эффективность послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», полевой опыт, в среднем за 2018–2019 г.)

Вариант	Урожайность ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %	Окупаемость дополнительных затрат руб./руб.
Без применения гербицида	28,9	–	–	–	–
Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5 + 1,0 л/га)	37,9	9,0	135,6	65,5	1,7
Базагран, ВР (3,0 л/га)	34,8	5,9	23,2	11,5	1,1
Пульсар, ВР (1,0 л/га)	35,9	7,0	116,6	77,8	1,8
Пульсар, ВР + Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га)	38,5	9,6	189,8	108,0	2,1
Гермес, МД (0,9 л/га)	37,8	8,9	235,6	228,4	3,3

Примечания: НСР_{0,5} 2018 г. – 3,1 ц/га; 2019 г. – 3,0 ц/га.

Максимальный уровень рентабельности был получен в варианте Гермес, МД (0,9 л/га) – 228,4 %, что объясняется низкой закупочной стоимостью препарата. В вариантах опыта Корум, ВРК + ПАВ ДАШ (1,5 + 1,0 л/га) и Пульсар, ВР + Базагран, ВР (0,5 + 1,5 л/га) рентабельность составила 65,5 и 108,0 % при окупаемости дополнительных затрат – 1,7 и 2,1 руб./руб., соответственно.

Внесение препарата Пульсар, ВР (1,0 л/га) способствовало получению рентабельности на уровне 77,8 % при окупаемости дополнительных затрат – 1,7 руб./руб. Минимальные показатели экономической эффективности были получены в варианте Базагран, ВР (3,0 л/га), что объясняется низким показателем сохраненного урожая, в силу отсутствия гербицидной активности против злаковых сорных растений, а также высокой закупочной стоимостью препарата.

Заключение. В 2018–2019 гг. обработка посевов кормовых бобов в фазе 1–3 настоящих листьев культуры и ранние фазы роста сорняков

обеспечила максимальную биологическую и экономическую эффективность в варианте Гермес, МД (0,9 л/га), что объясняется гербицидной активностью препарата против однолетних, многолетних злаковых и однолетних двудольных сорных растений, а также низкой закупочной стоимостью по сравнению с другими изучаемыми гербицидами.

Список литературы

1. Ваулин, А. Ю. Эффективность применения гербицидов в посевах кормовых бобов в условиях Северной лесостепной зоны Челябинской области / А. Ю. Ваулин // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LI Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 7. Секция 17. / Челябинская госагроинженерная академия – Челябинск, 2012. – С.21–26.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Запрудский, А. А. Мониторинг фитосанитарной ситуации в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский, А. М. Ходенкова, Д. Ф. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3. – С. 31–35.
4. Эффективность послевсходового применения гербицидов в защите кормовых бобов от сорных растений / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 4. – С. 33–35.
5. Зенькова, Н. Н. Кормовые бобы: возрождение реально / Н. Н. Зенькова, В. Г. Микуненко // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2017. – №7. – С. 32–35.
6. Ившин, Г. И. Кормовые бобы – на поля России / Г. И. Ившин // Аграрная наука. – 1998. – № 11-12. – С.21–22.
7. Магомедов, К. Г. Оптимизация приемов возделывания кормовых бобов в условиях Предгорной зоны КБР / К. Г. Магомедов, Ж. М. Гарунова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 5. – С. 64–66.
8. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / С. В. Сорока, Т. Н. Лаповская. – Несвиж, 2007. – 58 с.
9. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик – Барановичи: Баранов. укрупн. тип., 2003. – 304 с.
10. Шор, В. Ч. Кормовые бобы. Ч.1: Кормовая ценность, биологические особенности / В. Ч. Шор // Наше сел.хоз-во. Сер. Агрономия. – 2014. – №21. – С. 13–17.

A.A. Zaprudsky, E.V. Penyaz, D.F. Privalov

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

EFFICIENCY OF POST-EMERGENT HERBICIDES APPLICATION IN FODDER BEAN CROPS

Annotation. The data on the effectiveness of post-emergent herbicides Corum , WC + SAS DASH (1,5+1,0 l/ha), Pulsar, AS (1,0 l/ha), Basagran, AS (3,0 l/ha) and Hermes, OD (0,9 l/ha) in the agrocenosis of fodder beans are presented in the article. It is determined that crops spraying at 1–3 leaves of the crop stage and the early stages of weed development has made it possible to preserve 5,9–9,6 cwt/ha of fodder beans grain depending on the experimental variant, ensuring getting the conditional net profit of 23,2–228,4 rbl/ha with a profitability level of 65,5–228,4 %.

Key words: fodder beans , weed plants, post-emergent herbicides, efficiency

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОРНОГО ЦЕНОЗА В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

Аннотация. В статье представлены результаты маршрутного обследования засоренности посевов свеклы сахарной в Республике Беларусь. Дана информация о видовом и количественном составе сорного ценоза. Изучены динамика его изменения с 1995 по 2015 года и причины их вызывающие. Установлена тенденция в формировании узкоспециализированного однолетнего двудольно-злакового типа засорения культуры.

Ключевые слова: сорняки, сахарная свекла, засоренность, видовой состав.

Введение. Фитоценозы, создаваемые человеком, – несовершенные экобиологические системы, они находятся в противоречии с естественными законами формирования растительного покрова [1]. Установлено, что из 300 тысяч видов растений, произрастающих на Земле, 30 тысяч являются засорителями культурных фитоценозов. К наиболее опасным сорнякам, произрастающим на пашне, относятся 200 – 209 видов [2, 3, 4, 5, 6].

На полях Республики Беларусь выявлено 174 вида сорных растений. Среди них малолетние – 122 вида (эфемерные – 2; яровые – 67; озимые – 4; зимующие – 43; полупаразитные – 2; паразитные – 4), многолетние – 52 вида.

Территория Республики Беларусь разделена на 3 различные агроклиматические области и 2 подобласти, где флористический состав агрофитоценозов несколько различается [4, 5, 6]. По данным ИЭБ АН БССР, в Северной агроклиматической области отмечено 158 видов сорных растений, Центральной (Западная подобласть) – 163; (Восточная подобласть) – 142, Южной – 169 [4, 5, 6].

Как отмечает Н.И. Протасов (1989), зональные закономерности в изменении видового состава сорной растительности в пределах Беларуси проявляются в относительном изменении роли того либо иного сорного вида в агрофитоценозах различных агроклиматических областей, а не в изменении видового состава сорно-полевых группировок. Однако характер и интенсивность засоренности посевов, распространение сорняков и их видовой состав существенно изменяются на протяжении вегетационного периода, находясь в постоянной динамике [4, 6].

Естественная смена сорного фитоценоза происходит в зависимости от наличия и распространения различных групп сорняков (эфимеры, ранние и поздние яровые, зимующие и озимые виды) и их конкуренции друг с другом. Видовая насыщенность сорняками полевого ценоза, несмотря на преобладание в Республике Беларусь эвритопных видов, зависит от почвенных условий. Наименьшей видовой насыщенностью отличаются посевы на сухих почвах легкого механического состава. С увеличением влажности число видов увеличивается.

Совершенствование технологии производства сельскохозяйственной продукции, ассортимента применяемых гербицидов приводит к изменениям в количественно-видовом составе сорняков. Все это вызывает необходимость более детального обследования посевов [4, 5, 6].

Методика исследований. Исследования проведены в Южной и Центральной агроклиматических зонах Республики Беларусь. Видовой состав и распространенность сорняков учитывались в первую половину вегетации, засоренность посевов и численность сорных растений – середина вегетации. При маршрутном обследовании было охвачено не менее 15 % от площади свекловичных посевов. Осмотр посевов проводился по наибольшей диагонали с наложением рамки через равные промежутки. Количество учетов зависело от площади посева: до 50 га – 5; 50-100 га – 10; более 100 га – 20 мест.

Обработка результатов проводилась по общепринятым методикам [7].

Результаты исследований. Маршрутное обследование посевов проводилось на протяжении 1995-2015 годов. Проводился учет видового состава, встречаемости и обилия сорняков. В результате обследования в 1995-2000 гг. было установлено 55 видов сорняков (37 однолетние и 18 многолетние); в 2001-2005 гг. 51 вид сорняков (39 однолетние и 12 многолетние); в 2006-2010 гг. 52 видов сорняков (39 однолетние и 13 многолетние); 2011-2015 гг. 50 видов сорняков (38 однолетние и 12 многолетние). Полученные результаты свидетельствуют о снижении видового разнообразия сорного компонента свекловичного ценоза в основном за счет многолетних видов, численность которых уменьшилась с 18 до 12 видов (на 33,0 %). Основной причиной данного явления является широкое использование глифосатсодержащих гербицидов в технологии возделывания свеклы сахарной (таблица 1).

Произошли изменения в ботанической структуре сорного ценоза. В 1995-2000 гг. количество двудольных сорняков составляло 49 видов (однолетние – 33 вида, многолетние – 16 видов), а злаковых – 5 видов (однолетние – 4 вида, многолетние – 1 вид), то к 2010-2015 гг. количество двудольных сорняков снизилось до 41 вида (однолетние – 31 вид, многолетние – 10 видов), а злаковых увеличилось до 8 видов (однолетние – 7 видов, многолетние – 1 вид). Основной причиной роста злакового компонента является снижение конкуренции с двудольными сорняками, поскольку большинство злаковых сорняков относятся к

группе поздних яровых, а также с появлением резистентности сорняков к граминицидам (таблица 1).

Полученные данные о видовом разнообразии сорняков свидетельствуют о протекающей специализации сорного компонента свекловичного ценоза. Так если в 1995-2000 гг. в посевах доминировали 11 видов сорняков (встречаемость >50 % полей) (20 % видов), то в 2010-2015 гг. 12 видов (24 % видов). В структуре ценоза также произошли изменения видового состава: сохранилась высокая встречаемость (более 50 % полей) горца птичьего, горца вьюнкового, мари белой, ромашки непахучей, щирицы запрокинутой, ярутки полевой, проса куриного; снизилась встречаемость бодяка полевого и пырея ползучего; возросла – горца почечуйного, горца шероховатого, фиалки полевой, падалицы рапса, щетинника сизого (таблица 1).

За период наблюдений в сорном ценозе сахарной свеклы выявлены новые виды: паслен черный, овес пустой, метлица обыкновенная, мята полевая, канатник Теофраста, падалица рапса, проса посевного, картофеля и свеклы. Появление в посевах свеклы сахарной рапса и проса посевного обусловлено расширением их посевных площадей, паслена черного – широким применением сульфонилмочевинных гербицидов на кукурузе, мяты полевой – низкой эффективностью гербицидов на основе глифосата и сульфонилмочевины, падалицы картофеля – потеплением климата (перезимовка клубней в почве), канатник Теофраста – инвазивный вид.

В посевах сахарной свеклы при последнем учете не были выявлены манжетка полевая, гулявник софии, очный цвет полевой, череда трехраздельная, вероника полевая, мать-и-мачеха обыкновенная, лютик полевой, подорожник ланцетолистный, щавель малый, щавель конский.

За последние десятилетия в технологии контроля сорной растительности в посевах сахарной свеклы произошли существенные изменения, связанные с переходом от комбинированного химико-механического их контроля к химическому. Этот факт существенно повлиял на засоренность посевов, что отразилось в ее снижении. Так если 1995 - 2000 гг., доля посевов с сильной и очень сильной степенью засоренности составляла 74,5 %, то к 2015 году удалось снизить долю сильнозасоренных посевов до 2,8 %. В течение данного периода доля посевов со слабой засоренностью возросла в 8,4 раза с 11,1 % до 93,2 % соответственно (таблица 2).

При первом обследовании посевов, проведенном в 1996-2000 гг. численность сорных растений на 1 м² посевов составляла 156,9 экземпляров. Из однолетних двудольных сорняков доминировали марь белая – 33,1 % от общего количества, звездчатка средняя – 6,6 %, ромашка непахучая – 5,7 %, пастушья сумка – 5,2, щирица запрокинутая – 4,2 %. Злаковый сорный фитоценоз был представлен, в основном, пыреем ползучим – 12,8 % и просом куриным – 8,2 % (таблица 3).

Таблица 1 - Распространенность основных сорняков в посевах сахарной свеклы (маршрутное обследование)

Название вида		Семейство	Распространенность, балл			
Русское	Латинское		1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Однолетние двудольные сорняки						
Аистник цикутный	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Geraniaceae	2	2	2	2
Василек синий	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Asteraceae	3	2	2	2
Вероника персидская	<i>Veronica persica</i> Poiret.	Scrophulariaceae	1	1	1	1
Вероника полевая	<i>Veronica arvensis</i> L.	Scrophulariaceae	1	1	1	-
Галинзога мелкоцветная	<i>Galinzoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	2	1	1	1
Герань рассеченнолистная	<i>Geranium dissectum</i> L.	Geraniaceae	1	1	2	2
Горец вьюнковый	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Polygonaceae	3	3	4	4
Горец почечуйный	<i>Polygonum priscaria</i> L.	Polygonaceae	2	2	3	3
Горец птичий	<i>Polygonum arviculare</i> L.	Polygonaceae	3	3	3	3
Горец шероховатый	<i>Polygonum scabrum</i> Moen.	Polygonaceae	2	2	2	3
Горчица полевая	<i>Brassica arvensis</i> L.	Brassicaceae	1	1	-	1
Гулявник софьи	<i>Descurainia sophia</i> L.	Brassicaceae	1	-	-	-
Дымянка лекарственная	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	2	1	1	1
Звездчатка средняя	<i>Stellaria media</i> L.	Caryophyllaceae	3	3	2	2
Канатник Теофраста	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Malvaceae	1	-	-	-
Лебеда раскидистая	<i>Atriplex patula</i> L.	Chenopodiaceae	1	1	2	1
Манжетка полевая	<i>Aphanes arvensis</i> L.	Rosaceae	1	1	1	-
Марь белая	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	4	4	4	4
Марь гибридная	<i>Chenopodium hybridum</i> L.	Chenopodiaceae	2	1	1	1
Мелколистник канадский	<i>Conyza canadensis</i> L.	Asteraceae	1	1	1	1
Очный цвет полевой	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	1	1	-	-
Паслен черный	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	-	-	1	1

Название вида		Семейство	Распространенность, балл			
Русское	Латинское		1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Пастушья сумка	<i>Capsella bursa pastoris L.</i>	Brassicaceae	3	3	3	3
Петрушка собачья	<i>Aethusa cynapium L.</i>	Apiaceae	1	1	1	1
Пикульник обыкновенный	<i>Galeopsis tetrahit L.</i>	Lamiaceae	2	3	2	1
Пулавка полевая	<i>Anthemis arvensis L.</i>	Asteraceae	2	2	1	1
Редька дикая	<i>Raphanus raphanistrum L.</i>	Brassicaceae	2	1	1	1
Ромашка непахучая	<i>Matricaria inodora L.</i>	Asteraceae	3	3	4	4
Торица полевая	<i>Spergula arvensis L.</i>	Caryophyllaceae	2	2	1	1
Фиалка полевая	<i>Viola arvensis Murr.</i>	Violaceae	2	3	4	4
Черёда трехраздельная	<i>Bidens tripartita L.</i>	Asteraceae	1	1	1	-
Щирица запрокинутая	<i>Amoranthus retroflexus L.</i>	Amoranthaceae	3	3	4	4
Ярутка полевая	<i>Thlaspi arvense L.</i>	Brassicaceae	4	4	4	4
Яснотка пурпурная	<i>Lamium purpureum L.</i>	Lamiaceae	2	2	2	2
Репс	<i>Brassica napus</i>	Brassicaceae	-	1	3	4
Подсолнечник	<i>Heliantus annuus</i>	Asteraceae	-	1	1	-
Картофель	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	-	1	-	1
Свекла	<i>Beta vulgaris</i>	Amoranthaceae			1	2
Всего видов			33	34	32	31
Однолетние злаковые сорняки						
Мятлик однолетний	<i>Poa annua L.</i>	Poaceae	1	2	2	2

Название вида		Семейство	Распространенность, балл			
Русское	Латинское		1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Овес пустой	<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	-	-	1	1
Просо куриное	<i>Echinochloa crus galli</i> P.	Poaceae	3	4	4	4
Щетинник зеленый	<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae	1	2	2	2
Щетинник сизый	<i>Setaria glauca</i> L.	Poaceae	1	2	2	3
Просо посевное	<i>Panicum miliaceum</i>	Poaceae	-	1	1	1
Мелница полевая	<i>Avena spica venti</i>	Poaceae	-	-	-	1
Всего видов			4	5	6	7
Многолетние двудольные сорняки						
Бодяк полевой	<i>Cirsium arvense</i> L.	Asteraceae	3	3	2	1
Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	1	1	-	1
Горец земноводный	<i>Polygonum amphibium</i> L.	Polygonaceae	1	1	1	1
Горошек мышиный	<i>Vicia cracca</i> L.	Fabaceae	2	1	1	-
Дрема белая	<i>Selene alba</i> Mill.	Caryophyllaceae	1	2	3	2
Лютик полевой	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	1	-	-	-
Мать-и-мачеха обыкновенная	<i>Tussilago farfara</i> L.	Asteraceae	1	-	1	-
Мята полевая	<i>Mentha arvensis</i> L.	Lamiaceae	-	-	1	1
Одуванчик лекарственный	<i>Taraxacum officinale</i> Web	Asteraceae	2	2	1	1
Осот розовый	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	2	3	2	1
Подорожник большой	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	1	1	-	1

Название вида		Семейство	Распространенность, балл				
Русское	Латинское		1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	
Подорожник ландцетлистный	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	1	-	-	-	
Полынь обыкновенная	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	1	1	1	1	
Просвирник обыкновенный	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Malvaceae	1	-	1	-	
Чистец болотный	<i>Stachys palustris</i>	Lamiaceae	1	2	1	1	
Щавель конский	<i>Rumex confertus</i> L.	Polygonaceae	1	-	-	-	
Щавель малый	<i>Rumex acetosella</i> L.	Polygonaceae	1	1	-	-	
Всего видов			16	11	11	10	
Многолетние злаковые сорняки							
Пырей ползучий	<i>Agropyron repens</i> Beauv	Poaceae	3	3	2	1	
Всего видов			1	1	1	1	
Хвоици							
Хвощ полевой	<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae	1	-	1	1	

Примечание. Распространенность: 1 – до 25 %; 2 – от 25 до 50 %; 3 – от 50 до 75 %; 4 – более 75 % посевов.

Таблица 2 – Засоренность посевов сахарной свеклы (маршрутное обследование)

Степень засоренности	Количество сорняков, шт/м ²	Засоренность, % от обследованной площади			
		1995-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Очень слабая	<5	2,3	9,8	27,6	62,8
Слабая	5-15	8,8	21,2	38,8	30,4
Средняя	15-50	15,4	50,4	25,4	4
Сильная	50-100	40,2	10,4	5,8	2,6
Очень сильная	>100	34,3	8,2	2,4	0,2

Таблица 3 – Численность сорных растений в посевах сахарной свеклы

Название вида	1995-2000		2001-2005		2006-2010		2011-2015	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Бодяк полевой	1,3	0,8	0,7	1,6	0,2	1,0	0,05	0,7
Василек синий	2,6	1,7	1,8	4,2	0,2	1,0	0,1	1,5
Горец вьюнковый	3,4	2,2	2,2	5,2	1,4	7,2	0,5	7,4
Горец почечуйный	0,6	0,4	0,6	1,4	0,4	2,1	0,2	2,9
Горец птичий	2,4	1,5	1,8	4,2	1,0	5,2	0,3	4,4
Горец шероховатый	2,5	1,6	1,0	2,3	0,3	1,5	0,2	2,9
Дрема белая	0,4	0,3	0,6	1,4	0,2	1,0	0,05	0,7
Звездчатка средняя	10,5	6,7	1,4	3,3	0,2	1,0	0,1	1,5
Марь белая	52,4	33,4	8,2	19,2	3,8	19,6	1,0	14,7
Осот розовый	0,8	0,5	0,6	1,4	0,2	1,0	0,05	0,7
Пастушья сумка	8,3	5,3	1,2	2,8	0,2	1,0	0,1	1,5
Пиккульник обыкновенный	1,4	0,9	0,8	1,9	0,2	1,0	0,05	0,7
Просо куриное	13,0	8,3	4,2	9,9	2,8	14,4	1,1	16,2
Пырей ползучий	20,2	12,9	2,0	4,7	0,8	4,1	0,1	1,5
Рапс	-	-	2,2	5,2	3,0	15,5	1,0	14,7
Ромашка непахучая	9,1	5,8	1,8	4,2	0,6	3,1	0,1	1,5
Фиалка полевая	4,1	2,6	3,0	7,0	1,5	7,7	0,8	11,8
Щирица запрокинутая	6,6	4,2	3,8	8,9	1,4	7,2	0,4	5,9
Ярутка полевая	10,9	6,9	1,2	2,8	0,2	1,0	0,1	1,5
Прочие	6,4	4,1	3,5	8,2	0,8	4,1	0,5	7,4
Всего	156,9	100	42,6	100,0	19,4	100,0	6,8	100

При учете 2011-2015 гг. численность сорняков во второй половине вегетации составила 6,8 шт./м². Из однолетних двудольных сорняков доминировали марь белая – 14,7 % от общего количества, звездчатка средняя – 6,6 %, фиалка полевая – 11,8 %, падалица рапса – 14,7 %, горец вьюнковый – 7,4 %, щирица запрокинутая – 5,9 %, горец птичий – 4,4 %. Злаковый сорный фитоценоз был представлен просом куриным – 16,2 %. Таким образом, в количественном составе ценоза также произошли изменения. Наблюдалось снижение доли мари белой с 33,4 до 14,7 %, однако увеличилась доля проса куриного с 8,3 до

16,2 %, а щирицы запрокинутой осталась на прежнем уровне 4,2 % и 5,9 % соответственно. В тоже время выросла доля горца вьюнкового до 7,4 %, горца птичьего 4,4 % и падалицы рапса до 14,7 % (таблица 3).

Выводы. Видовой состав сорного ценоза посевов сахарной свеклы находится во временной динамике: численность многолетних сорняков снизилась с 18 до 12 видов (на 33,0 %), доля двудольных сорняков уменьшилась с 90,5 до 82 %. В Республике Беларусь в настоящее время сорный ценоз представлен 49 видами из них двудольных сорняков 41 вид (однолетние – 31 вид, многолетние – 10 видов), злаковых 8 видов (однолетние – 7 видов, многолетние – 1 вид), хвощи – 1 вид. Засоренность посевов свеклы в настоящее время к середине вегетации не превышает 6,8 шт./м², при этом более 62,8 % посевов имеют засоренность менее 5 шт./м².

Список литературы

1. Гулидов, А. М. Видовой состав сорной флоры и его регулирование / А. М. Гулидов // Защита растений. – 1991. – № 2. – С. 6-9.
2. Захаренко, В. А. Гербициды / В. А. Захаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
3. Паденов, К. П. Сорные растения в Белоруссии / К. П. Паденов, В. Ф. Самерсов // Защита и карантин растений. – 1997. – № 1. – С. 18–19.
4. Паденов, К. П. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы / К. П. Паденов, В. К. Довбан. – Минск : БелНИИНТИ, 1979. – 54 с. – (Обзорная информация. Сер. «Сельское хозяйство» / БелНИИНТИ Госплана БССР).
5. Паденов, К. П. Агроэкологическое обоснование и разработка мер борьбы с сорняками в посевах технических культур (сахарная свекла, лен-долгунец) в Белоруссии : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / К. П. Паденов; Белорус. НИИ земледелия. – Жодино, 1987. – 47 с.
6. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии : учеб. пособие / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.
7. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин [и др.] ; под ред. А. Ф. Ченкина. – М.: Колос, 1994. – 322 с.

N.A. Lukianiuk

EAO KWS SAAT SE, Germany

FEATURES OF WEED CENOSIS FORMATION IN SUGAR BEETCROPS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The article presents the route survey results on sugar beet crops weed infestation in the Republic of Belarus. Information is given on the species and quantitative composition of weed cenosis. The dynamics of its changes from 1995 to 2015 and the reasons for their causes has been studied. A tendency has been determined in the formation of a highly specialized annual dicotyledonous-grass weed cenosis in sugar beet crops.

Key words: weeds, sugar beet, weed, species composition.

С.В. Сорока

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

ЗАЩИТА ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ГЕРБИЦИДОМ СОИЛ, ВДГ В БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. Показана биологическая и экономическая эффективность гербицида Соил, ВДГ (метрибузин, 700 г/кг) против однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Не достаточно эффективен гербицид Соил, ВДГ против пырея ползучего, видов осота, полыни обыкновенной, подмаренника цепкого, фиалки полевой. Поэтому рекомендуются баковые смеси гербицидов, производных метрибузана, с гербицидами других групп или последовательное их применение.

Ключевые слова: озимая пшеница, метрибузинсодержащие гербициды, спектр действия, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Наиболее вредоносными, наряду с многолетними сорняками (пырей ползучий (*Elytrigia repens* L., *Agropyron repens* L.), осот, полевой, желтый (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), мята полевая (*Menta arvensis* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.)), в посевах озимых зерновых культур являются однолетние – метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), ромашка, трехреберник непахучий (*Matricaria*., *Tripleurospermum inodorum* Sch.-Bip.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* L.), виды горца (*Polygonum* spp.), виды пикульника (*Galeopsis* spp.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.) и другие, в том числе, и что важно, в последние годы как засоритель выступает, озимый рапс (*Brassica napus* L.) [5].

Для уничтожения однолетних сорняков в достаточно влажных климатических условиях Беларуси имеет смысл использовать гербициды почвенного действия, так как они применяются в самые ранние фазы развития культуры, имеют действие на многие двудольные и злаковые сорняки, их биологическая эффективность меньше зависит от температуры, дождя до и после внесения и т.д. Перспективны в этом плане гербициды, производные метрибузина, применение которых в посевах озимой пшеницы осенью в фазе 2–4 листьев культуры показало высокую

эффективность – снижение численности сорных растений составило в среднем 85 %, в т. ч. на 88 % погибла метлица обыкновенная, почти полностью – на 90–95 % – звездчатка средняя, пастушья сумка. Гибель фиалки полевой составила 75,5 %, ромашки непахучей – 86,7 % [13].

Аналогично, в России в посевах озимых культур гербициды, производные метрибузина, обеспечивают защиту культур от сорняков на протяжении 1–2 месяцев, в зависимости от погодных условий и степени окультуренности поля (запаса семян сорных растений в почве, их видового разнообразия). Спектр их гербицидной активности разнообразен – василек синий, вероника (виды), галинсога мелкоцветная, горец (виды), горчица полевая, гулявник (виды), дескурайния Софии, дурнишник (виды), дурман обыкновенный, дымянка аптечная, желтушник лакфиольный, жерушник болотный, звездчатка средняя, капуста полевая, лебеда (виды), лисохвост полевой, марь (виды), мятлик однолетний, одуванчик лекарственный, осот огородный, пастушья сумка, паслен черный, пикульник (виды), портулак огородный, просо куриное, ромашка непахучая, редька дикая, ярутка полевая и др. [9].

При использовании данных гербицидов в ранние фазы развития сорняков они уничтожают сорняки в момент их прорастания, при до и послевсходовом применении – в течение 10–20 дней после обработки. Гербицид предотвращает появление второй «волны» сорняков, поскольку обладает почвенным действием, создает «защитный экран» и подавляет их проростки в почве [8].

Каждый из предложенных гербицидов, содержащих д.в. метрибузин, оригинален, так как кроме д.в. в состав препаратов могут входить не менее 10 вспомогательных веществ, которые обычно скрываются, так как они вместе с д. в. и определяют эффективность конкретного препарата. Кроме того, согласно положения о регистрации все предложенные на рынке пестициды должны проходить процедуру их регистрации [6].

С целью оценки эффективности нового гербицида Соил, ВДГ (метрибузин, 700 г/кг), производства ООО «Агро Эксперт Групп», Россия, нами проведены специальные опыты.

Методика и условия проведения исследований. Опыты проводили согласно методическим указаниям [10, 11] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в посевах озимой пшеницы сорта Ода. Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с организационно-технологическими нормативами возделывания сельскохозяйственных культур [1].

Площадь опытных делянок – 20–25 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок рандомизированное. Гербициды вносили

осенью и ранней весной в фазе кущения культуры. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

При количественно-весовых учетах засоренности брали 2 учетные площадки по 0,25 м² с каждой делянки в соответствии с методическими указаниями [11]. В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [3, 4], с использованием программы Microsoft Office Excel, 2003.

Экономическую оценку применения гербицидов проводили путем сопоставления стоимости сохраненной урожайности с затратами, в соответствии с рекомендациями [17]. В среднюю стоимость химической прополки (долл. США/га) включали стоимость гербицида, затраты на его внесение, уборку, перевозку и доработку сохраненного урожая [7, 12].

Результаты исследований. В посевах озимой пшеницы в условиях 2011 г. до внесения гербицидов преобладали фиалка полевая (106,0–139,0 шт./м²), ромашка непахучая (3,0–11,0 шт./м²), пастушья сумка (5,0–12,0 шт./м²), звездчатка средняя (6,0–10,0 шт./м²), метлица обыкновенная (10,0–15,0 шт./м²) и др. Также в посевах озимой пшеницы произрастал мятлик однолетний, численность которого по вариантам составляла 7,0–14,0 шт./м². Численность всех сорных растений составляла 168,0–196,0 шт./м².

Через месяц после внесения гербицидов численность всех сорных растений в контрольном варианте составляла 235,0 шт./м², вегетативная масса – 1373,0 г/м² (таблица 1). В варианте с гербицидом Соил, ВДГ на 78,6–94,3 % погибала ромашка непахучая, при снижении ее вегетативной массы на 58,6–90,8 % (в эталонах ее гибель составляла 87,1–92,9 % по численности и 83,9–84,0 % – по вегетативной массе). Численность фиалки полевой под действием гербицида Соил, ВДГ снижалась на 39,0–66,4 %, пастушьей сумки – на 80,0–100 % при уменьшении массы на 45,6–55,5 % и 90,7–100 %, соответственно. В эталонном варианте с применением гербицида Зенкор, ВДГ фиалка полевая погибала на 63,5 % (независимо от нормы его внесения), вегетативная масса уменьшалась на 49,7–56,2 %. Гибель пастушьей сумки в эталонных вариантах составляла 80,0–100 % по численности и 90,7–100 % – по массе. Применение гербицида Соил, ВДГ обеспечило гибель метлицы на 88,1 %, ее вегетативная масса снижалась на 93,3–98,1 %. От действия гербицида Зенкор, ВДГ численность метлицы снижалась на 90,5–95,2 % при уменьшении ее массы на 98,7–98,9 %. Общая гибель сорных растений при применении гербицида Соил, ВДГ составляла 56,0–73,8 %, вегетативная масса уменьшалась на 62,5–76,5 %. В эталонных вариантах численность всех сорных растений снижалась на 73,4–73,6 % при уменьшении вегетативной массы на 72,7–75,1 %. Полностью (100 %)

во всех вариантах опыта погибали ярутка полевая, пастушья сумка, падалица рапса, незабудка полевая.

В вариантах с применением гербицида Соил, ВДГ, а также в эталонных вариантах средняя урожайность зерна озимой пшеницы составила 82,5–84,7 ц/га при 74,0 ц/га в контрольном варианте без прополки, сохраненная урожайность зерна при этом составила 8,5–10,7 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Соил, ВДГ при весеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2011 г.)

Учет 7 июня 2011 г.

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки					Урожайность, ц/га
	ромашки непахучей	фиалки полевой	пастушьей сумки	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (шт./м ²)	35,0	150,5	12,5	21,0	235,0	74,0
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	92,9	63,5	80,0	95,2	73,4	82,5
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	87,1	63,5	100	90,5	73,6	84,7
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	78,6	39,0	100	88,1	56,0	82,5
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	94,3	66,4	80,0	88,1	73,8	84,7
НСР ₀₅						3,1
Вариант	Снижение массы сорных растений, % к контролю без прополки					Сохраненная урожайность, ц/га
	ромашки непахучей	фиалки полевой	пастушьей сумки	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (г/м ²)	390,5	614,5	21,5	232,0	1373,0	–
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	84,0	56,2	90,7	98,7	75,1	8,5
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	83,9	49,7	100	98,9	72,7	10,7
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	58,6	45,6	100	93,3	62,5	8,5
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	90,8	55,5	90,7	98,1	76,5	10,7

До внесения гербицидов осенью в 2011 г. под урожай 2012 г. в фазе 2–4 листьев озимой пшеницы и ранние фазы развития сорных растений численность всех сорных растений колебалась по вариантам от 129,0

до 155,0 шт./м², фиалки полевой от 19,0 до 50,0 шт./м², подмаренника цепкого – 14,0–25,0; звездчатки средней – 38,0–68,0; метлицы обыкновенной – 8,0–18,0; мари белой – 11,0–18,0 шт./м².

При учете засоренности через 56 дней после начала весенней вегетации культуры общая численность всех сорных растений в контрольном варианте составляла 125,0 шт./м², вегетативная масса – 1107,8 г/м². Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное гербицидное действие на фиалку полевую. Так, при опрыскивании посевов гербицидом Соил, ВДГ численность фиалки полевой снижалась на 23,1–63,5 %, вегетативная масса уменьшалась на 57,7–86,7 %. В эталонных вариантах фиалка полевая погибала на 25,0–28,8 %, ее масса уменьшалась на 66,8–80,1 % (независимо от нормы внесения). От действия гербицида Соил, ВДГ численность звездчатки средней снижалась на 91,0–94,9 % (в эталонных вариантах – на 94,9–97,4 %), при снижении вегетативной массы на 91,7–93,9 % и 97,6–99,7 %, соответственно (таблица 2).

Гибель незабудки полевой под действием гербицида Соил, ВДГ составляла 80,0 %, при этом ее масса уменьшалась на 42,7–76,0 %. В эталонах незабудка полевая погибала почти полностью (80,0–100 % по численности и 93,3–100 % – по массе). На 89,4–91,5 % применение гербицида Соил, ВДГ позволило снизить численность метлицы обыкновенной при уменьшении ее вегетативной массы на 97,3–98,3. От действия гербицида Зенкор, ВДГ численность метлицы обыкновенной снижалась на 76,6–85,1 %, масса – на 92,4–97,2 %. Гибель сорных растений (без учета подмаренника цепкого и фиалки полевой) от действия гербицида Соил, ВДГ составляла 46,2–52,6 % (в эталонах – 51,4–59,0 %) при снижении их вегетативной массы на 87,7–89,4 % (в эталонах – на 88,8–90,2 %). Во всех вариантах опыта не отмечалось действия гербицидов на сушеницу топяную, численность которой по вариантам колебалась от 7,0 до 24,0 шт./м² с вегетативной массой 8,0–20,0 г/м².

В результате снижения засоренности в вариантах с применением гербицида Соил, ВДГ средняя урожайность зерна озимой пшеницы была равна 52,0–52,6 ц/га (в эталонных вариантах – 51,3–52,6 ц/га) при 46,1 ц/га в контрольном варианте без прополки. Сохраненная урожайность зерна при этом составляла 5,9–6,5 ц/га, в эталонах – 5,2–6,5 ц/га (таблица 2).

При проведении исследований по изучению биологической эффективности гербицида Соил, ВДГ при весеннем внесении в условиях 2012 г. до внесения гербицидов численность всех сорных растений колебалась по вариантам от 192,0 до 268,0 шт./м², фиалки полевой – 73,0–145,0 шт./м², ромашки непахучей – 17,0–34,0; звездчатки средней – 15,0–28,0; метлицы обыкновенной – 12,0–22,0; подмаренника цепкого – 9,0–24,0; незабудки полевой – 8,0–15,0 шт./м².

Таблица 2 – Эффективность гербицида Соил, ВДГ при осеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2012 г.)

Учет 30 мая 2012 г.

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки					Урожайность, ц/га
	фиалки полевой	звездчатка средней	незбудки полевой	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (шт./м ²)	26,0	39,0	12,5	23,5	125,0	46,1
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	28,8	94,9	80,0	76,6	51,4	51,3
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	25,0	97,4	100	85,1	59,0	52,6
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	23,1	91,0	80,0	89,4	46,2	52,0
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	63,5	94,9	80,0	91,5	52,6	52,6
НСР ₀₅						2,7
Вариант	Снижение массы сорных растений, % к контролю без прополки					Сохраненная урожайность, ц/га
	фиалки полевой	звездчатка средней	незбудки полевой	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (г/м ²)	176,3	387,5	27,5	264,0	1107,8	–
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	80,1	97,6	93,3	92,4	88,8	5,2
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	66,8	99,7	100	97,2	90,2	6,5
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	86,7	93,9	42,7	97,3	87,7	5,9
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	57,7	91,7	76,0	98,3	89,4	6,5

При проведении количественно-вещного учета засоренности 30 мая 2012 года численность всех сорных растений в контрольном варианте составляла 154,5 шт./м², вегетативная масса – 1437,8 г/м². Во всех вариантах опыта отмечено недостаточное гербицидное действие на фиалку полевую. Так, при опрыскивании посевов гербицидом Соил, ВДГ численность фиалки полевой снижалась на 18,3–19,1 %, вегетативная масса уменьшалась на 12,8–36,0 %. В эталонных вариантах фиалка полевая погибала на 16,5–29,6 %, масса уменьшалась на 15,8–30,6 % (таблица 3).

От действия гербицида Соил, ВДГ численность ромашки непахучей снижалась на 92,3 % (в эталонных вариантах – на 80,8–84,6 %) при снижении вегетативной массы на 90,6–98,6 % и 56,4–89,9 %, соответственно.

Гибель незабудки полевой под действием гербицида Соил, ВДГ составляла 75,0 %, при этом ее масса уменьшалась на 62,1–87,5 %. В эталонах незабудка полевая погибала на 50,0–81,3 % по численности и 84,3–96,6 % – по массе. На 92,5–100 % снижалась численность метлицы обыкновенной от применения гербицида Соил, ВДГ при уменьшении вегетативной массы на 98,1–100 %. От гербицида Зенкор, ВДГ численность метлицы обыкновенной снижалась на 86,8–96,2 %, масса – на 93,1–98,7 %. Общая гибель сорных растений от действия гербицида Соил, ВДГ составляла 63,0–82,1 % (в эталонах – 43,4–78,7 %), их вегетативная масса уменьшилась на 75,2–77,8 % (в эталонах – на 67,1–77,4 %).

Таблица 3 – Эффективность гербицида Соил, ВДГ при весеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2012 г.)

Учет 30 мая 2012 г.

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки					Урожайность, ц/га
	фиалки полевой	ромашки непахучей	незабудки полевой	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (шт./м ²)	57,5	13,0	8,0	26,5	117,5	54,6
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	29,6	84,6	50,0	86,8	43,4	60,8
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	16,5	80,8	81,3	96,2	78,7	62,5
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	18,3	92,3	75,0	100	63,0	60,8
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	19,1	92,3	75,0	92,5	82,1	61,8
НСР ₀₅						2,1
Вариант	Снижение массы сорных растений, % к контролю без прополки					Сохраненная урожайность, ц/га
	фиалки полевой	ромашки непахучей	незабудки полевой	метлицы обыкновенной	всех	
Контроль без прополки (г/м ²)	426,5	94,0	38,3	259,3	912,5	–
Зенкор, ВДГ – 0,2 кг/га (эталон 1)	15,8	56,4	84,3	93,1	67,1	6,2
Зенкор, ВДГ – 0,3 кг/га (эталон 2)	30,6	89,9	96,6	98,7	77,4	7,9
Соил, ВДГ – 0,2 кг/га	12,8	90,6	62,1	100	75,2	6,2
Соил, ВДГ – 0,3 кг/га	36,0	98,6	87,5	98,1	77,8	7,2

Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибали ярутка полевая, пастушья сумка, падалица рапса.

В результате снижения засоренности в вариантах с применением гербицида Соил, ВДГ средняя урожайность зерна озимой пшеницы была равна 60,8–61,8 ц/га (в эталонных вариантах – 60,8–62,5 ц/га) при 54,6 ц/га в контрольном варианте без прополки. Сохраненная урожайность зерна при этом составляла 6,2–7,2 ц/га, в эталонах – 6,2–7,9 ц/га (таблица 3).

Следует отметить, что метрибузинсодержащие гербициды не достаточно эффективны против пырея ползучего, подмаренника цепкого, видов осота, полыни обыкновенной. Поэтому рекомендуются баковые смеси гербицидов, производных метрибузана, с гербицидами других групп – Дианатом, ВР, Фенизаном, ВР, Серто плюс, ВДГ, Лареном, СП, Линтуром, ВДГ, Диаленом супер, ВР, Старане, 20 % КЭ, Атрибутом, ВГ, Лонтрелом 300, ВР и другими [13, 14, 15, 16, 18].

На основании данных по сохраненному урожаю нами рассчитана экономическая эффективность применения гербицида Соил, ВДГ в посевах озимой пшеницы (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность осеннего применения гербицида Соил, ВДГ в посевах озимой пшеницы (в ценах 2020 г.)

Норма расхода, л/га	Сохраненная урожайность, ц/га	Стоимость сохраненной урожайности, долл. США/га []*	Затраты на защиту, долл. США/га [**]	Условно чистый доход, долл. США/га
<i>2011 год (весеннее внесение)</i>				
0,2	8,5	138,6	13,4	125,2
0,3	10,7	174,4	17,5	156,9
<i>2012 год (осеннее внесение)</i>				
0,2	5,9	96,2	12,9	83,3
0,3	6,5	106,0	16,8	89,2
<i>2012 год (весеннее внесение)</i>				
0,2	6,2	101,1	12,9	88,2
0,3	7,2	117,4	16,9	100,5
<i>Среднее</i>				
0,2	6,9	112,0	13,1	98,9
0,3	8,1	132,6	17,4	115,2

Условно чистый доход составил 83,3–156,9 долл. США/га.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что гербицид Соил, ВДГ является эффективным в защите посевов озимой пшеницы при осеннем и раннем весеннем внесении против однолетних двудольных и злаковых сорных растений – метлицы обыкновенной, ромашки непахучей, василька синего, пастушьей сумки, ярутки полевой,

звездчатки средней, незабудки полевой, видов горца, пикульника, падалицы рапса и др.

Не достаточно эффективен гербицид Соил, ВДГ против пырея ползучего, видов осота, полыни обыкновенной, подмаренника цепкого, фиалки полевой. Поэтому рекомендуются баковые смеси гербицидов, производных метрибузана, с гербицидами других групп или последовательное их применение.

Применение гербицида Соил, ВДГ в посевах озимой пшеницы экономически выгодно – условно чистый доход составляет 83,3–156,9 долл. США/га.

На основании результатов исследований гербицид Соил, ВДГ рекомендован в «Государственный реестр...» [2] для защиты посевов озимых пшеницы в фазе 2–4 листьев культур осенью или рано весной в фазе кущения культур в норме расхода 0,2–0,3 л/га от однолетних двудольных и злаковых сорных растений.

Список литературы.

1. Возделывание озимой пшеницы / И. К. Коптик [и др.] // Обработка почвы. Зерновые и зернобобовые культуры: сб. отрасл. регламентов / Минсельхозпрод Республики Беларусь. – Минск, 2000. – С. 37–52.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; составители: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Засоренность посевов Беларуси в 2007 году и прогноз засоренности на 2008 год / Сорока С. В. [и др.] // Обзор распростр. вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2007 г. и прогноз их появления в 2008 г. в Республике Беларусь / Под ред. А. В. Майсеенко, С. В. Сорока. – Минск, 2008. – С. 158–191.
6. Об утверждении Инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений и удобрений, подлежащих государственной регистрации: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 22 авг. 2006 г., № 49 // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – 12 с.
7. Информация о минимальных ценах на средства защиты растений на 2020 год [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республик Беларусь. – Режим доступа: <https://mshp.gov-by/ceny/market/a4e2c6ebe1700fac.html>. – Дата доступа: 01.07.2020.
8. Гербицид в уникальной форме концентрата наноземульсии для защиты картофеля и томатов // Защита и карантин растений. – 2009. – № 9. – С. 1.
9. Лазурит. Драгоценный помощник в борьбе с сорняками // Защита и карантин растений. – 2005. – № 12. – С. 1

10. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / ВНИИ защиты растений. – М.: [б.и.], 1981. – 46 с.
11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; Ин-т защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
12. Об установлении предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2020 года, закупаемую для государственных нужд: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 11 марта 2020 г., № 12 // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 3 с.
13. Сорока, С. В. Применение зонтрана в посевах озимых осенью / С. В. Сорока, Л. И. Сорока // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 4 (47). – С. 41.
14. Сорока, С. В. Эффективность баковых смесей гербицидов поч-венного действия с гербицидами других групп в посевах озимых зерновых культур / С. В. Сорока, Л. И. Сорока, Н. В. Кабзарь // Сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2017. – Вып. 41: Защита растений. – С. 66–84.
15. Сорока, С. В. Эффективность смеси гербицидов фенизан и зонтран в посевах озимых зерновых осенью / С. В. Сорока, Л. И. Сорока // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 4 (53). – С. 17–18.
16. Сорока, С. В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока / РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2018. – 188 с.
17. Технологические карты по защите растений от вредителей, болезней и сорняков / подгот. Л. В. Сорочинский [и др.]. – Минск: Ураджай, 1987. – 32 с.
18. Эффективность метрибузинсодержащих гербицидов при осеннем и весеннем внесении в посевах зерновых культур / С. В. Сорока [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 1. – С. 48–52.

S.V. Soroka

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

WINTER WHEAT CROPS PROTECTION AGAINST WEED PLANTS WITH THE HERBICIDE SOIL,WDG IN BELARUS

Annotation. The biological and economic efficiency of the herbicide Soil, WDG (metribuzin, 700 g/kg) against annual dicotyledonous and grass weeds is shown. The herbicide Soil, WDG is not effective enough against *Elytrigia repens*, *Sonchus* spp., *Artemisia vulgaris*, *Galium aparine*, *Viola arvensis*. Therefore, tank mixtures of herbicides, derivatives of metribuzan, with herbicides of other groups or their sequential application are recommended.

Key words: winter wheat, metribuzin-containing herbicides, spectrum of action, biological and economic efficiency.

С.В. Сорока

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

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Супранович Р.В.

Аннотация. Показано, что сорная флора в посевах озимых зерновых культур (рожь, пшеница, тритикале) в Беларуси сформирована видами из семейств Мятликовых, Астровых, Гвоздичных, Подорожниковых.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры (рожь, пшеница, тритикале), численность сорных растений по семействам, таксономическая структура состава сорной флоры, тенденция снижения.

Введение. Изучение состояния засоренности агрофитоценозов Беларуси было проведено сотрудниками Института биологии Академии наук БССР и результаты опубликованы в 1939 г. [24]. Следующий этап оценки засоренности выполнялся в 1981–1986 гг. сотрудниками лаборатории гербологии Белорусского НИИ защиты растений. Третий тур маршрутного обследования проводится нами ежегодно, начиная с 1996 года по настоящее время.

Важной характеристикой состава сорной флоры является ботанический спектр слагающих ее видов. В Мордовии в 1932 г. он был достаточно широким, всего отмечено 16 семейств сорных растений. В посевах преобладали представители Астровых (19 %), Бобовых (13 %), Яснотковых, Гвоздичных и Капустных (11 %). В 2002–2011 гг. при равном количестве семейств выросла доля семества Астровых (31 %), Капустных и Яснотковых (по 11 %) [1].

Е.Н. Мыслик отмечает, что доля семейств сорных растений в Ленинградской области в 1999–2004 гг. составляла 24, в 2005–2010 гг. – уже 25 [19]. Сравнение состава группы ведущих семейств сорных растений показало, что ее составляют 8 семейств. Первые две позиции по численности во всех случаях занимают семейства Астровые и Бобовые, при этом по всем позициям сравнения удельный вес семейства Астровые превышает соответствующий показатель других семейств группы в 2–8 раз, остальные 6 семейств только изменяют порядковое положение по численности в ряду. Оставшиеся 2 ведущих семейства не являются

одинаковыми для всех типов местообитаний и комбинируются в разных сочетаниях из семейств Маревые, Розовые, Норичниковые [18].

Ссылаясь на литературные источники Н.Н. Лунова [12] отмечает, что многочисленные ботанические исследования показали, что в семейственно-видовых спектрах Палеарктики - территория от Португалии и Северной Африки до Японии и Чукотки - состав первой «триады» сходен. В нее обязательно входят семейства Астровые и Мятликовые, а на третьем месте может располагаться только одно из следующих семейств: Бобовые, Осоковые, Розоцветные, Маревые, Капустные, Гвоздичные, Лютиковые, Яснотковые, Норичниковые. Причем, по третьему семейству в первой триаде ботаники выделяют особые «зоны» с географическим вектором, и по этому признаку северо-запад РФ входит в «зону Розоцветных».

Сегетальный же элемент флоры Ленинградской области, входящей в состав Северо-Западного региона, схож с таковым флоры региона вхождением семейств Астровых и Мятликовых в первую триаду, но отличается тем, что семейство Розоцветных не входит в состав ни первой, ни второй триады флористического спектра. Это можно объяснить незначительным числом видов травянистых растений семейства Розоцветных, входящих в состав агроценозов на территории Ленинградской области. Третьи семейства в первой триаде определяют отнесение семейственно-флористических спектров агроклиматических районов к Бобовым, Капустным и Гвоздичным - типам [13].

Высокие показатели сходства таксономического состава на уровне семейств свидетельствуют о том, что сегетальные флоры обоих регионов сформированы видами практически из одних и тех же семейств, но одинаковых видов в агроценозах сравниваемых регионов менее половины. Показатели видового разнообразия родов (среднее число видов в роде) в подавляющем большинстве ведущих семейств сегетальной флоры Ленинградской области выше, чем в сегетальной флоре Республики Мордовия [13].

Имеются, хотя и незначительные отличия о роли семейств не только по разным регионам, но и по культурам конкретного региона.

Например в Беларуси флористический анализ посевов капусты белокочанной показал, что ее посевах произрастают 28 видов сорных растений принадлежащих к 13 ботаническим семействам, из которых доминируют: семейства Астровые – 41 %, Маревые – 21,6, Капустные – 11,5, Мятликовые – 11,2, Гречишные – 8,4 % [15]

В посевах сои выявлено 47 видов сорных растений, из которых наибольшее распространение получили виды, относящиеся к семействам: Мятликовые – 38,3 %, Маревые – 18,8 %, Фиалковые – 14,2 %, Астровые – 11,3 % [8].

В посевах лука репчатого произрастало 35 видов сорных растений, принадлежащих к различным ботанико-биологическим группам из 17 семейств. Наибольшее распространение получили виды, относящиеся к семействам: Астровые – 30,1 %, Мятликовые – 20,8, Амарантовые – 12,5 и Маревые – 12,0 %. Засоренность сорными растениями из семейств Бобовые, Вьюнковые, Маковые, Розовые, Пасленовые, Норичниковые, Подорожниковые в годы проведения исследований составила менее 3 % [3].

В посевах проса посевного в Беларуси выявлено 75 видов сорных растений, принадлежащих к 27 семействам. Широкое распространение получили виды, относящиеся к семействам Мятликовых, Маревых, Фиалковых, Гвоздичных, Гречишных [33].

При проведении данных исследований мы ставили целью получить представление о флористическом разнообразии агрофитоценозов озимых зерновых культур, о структуре сорного компонента и особенностях доминирующих видов сорных растений, о численности сорняков, их распределении по территории региона в зависимости от почвенно-климатических условий республики; выявить тенденции формирования ассоциаций сорных растений озимых зерновых культур в республике, что, по нашему мнению, позволит в дальнейшем планировать мероприятия по снижению их вредоносности [31, 6, 7, 35, 30, 26, 27, 29].

Методика и методы. Видовой состав и распространенность сорных растений, произрастающих в посевах озимых зерновых культур в республике определяли по результатам ежегодного маршрутного обследования посевов на засоренность [16, 17]. Маршрут устанавливался с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенно-географические разности республики [23]. Обследование проводили за 2–3 недели до уборки культур.

На каждом поле определяли видовой состав сорных растений, их численность и встречаемость [10, 11]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам определяли по определителям [2, 4, 5, 9, 14, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 32, 34].

Результаты и их обсуждение. В Беларуси в 2001 – 2009 гг. состав сорной флоры был достаточно широким – всего отмечено 22 семейства сорных растений. Наибольшее число основных сорных видов (20) принадлежит к семейству Астровых, причем в нем представлено

разнообразие жизненных форм и экологических амплитуд. К семейству Мятликовые относятся 13 видов основных сорняков, семейству Капустные – 10, семейству Гречишные и Гвоздичные – по 8 видов, 6 – Бобовые, 4 – Яснотковые, все остальные семейства представлены 1–3 видами сорных растений.

По численности в посевах озимых зерновых культур перед уборкой урожая на первом месте идут виды сорняков из семейства Мятликовых (пырей ползучий – *Elytrigia repens* L., метлица обыкновенная – *Apera spica-venti* (L.) Beauv., просо куриное – *Echinochloa crusgalli* L., виды щетинника – *Setaria spp.*), Астровых (ромашка непахучая – *Matricaria*., *Tripleurospermum inodorum* Sch.-Bip., осот полевой и бодяк полевой – *Sonchus arvensis* L. и *Cirsium arvense* (L.) Scop., василек синий – *Centaurea cyanus* L.), Гвоздичных (звездчатка средняя – *Stellaria media* (L.) Vill., дрема белая – *Melandrium album* (Mil.), ясколка полевая – *Cerastium arvensis* L.), Фиалковых (фиалка полевая – *Viola arvensis* L., фиалка трехцветная – *Viola tricolor* L.), Гречишных (горец вьюнковый – *Polygonum convolvulus* L., горец птичий – *Polygonum aviculare* L., горец шероховатый – *Polygonum scabrum* Moench.) и Маревых (марь белая – *Chenopodium album* L.) (таблица 1).

Показатели сходства таксономического состава на уровне семейств свидетельствуют о том, что сорная флора в посевах озимых зерновых культур в Беларуси сформирована видами из одних и тех же семейств. Из таблицы 1 видно, что в 2006–2009 гг. численность сорных растений семейства Мятликовых к 2001–2005 гг. уменьшилась по всем культурам – в посевах озимой пшеницы с 50 до 23,8 шт./м², озимой ржи – 55, 4 до 37,9 и озимого тритикале с 68,4 до 25,5 шт./м², при этом в общем составе ценоза проценты к общей численности по культурам были близки – 54,2 и 49,7 в посевах озимой пшеницы, 40,2 и 42,3 и 48,1 и 43,7 % в посевах ржи и озимого тритикале. Такая тенденция отмечается и по другим основным семействам (Астровые, Гвоздичные, Фиалковые, Подорожниковые). В целом и общая засоренность уменьшилась с 117,7 шт./м² до 92,3 в посевах озимой пшеницы, с 137,8 до 89,6 – озимой ржи и с 142,3 до 58,4 шт./м² – озимого тритикале. Засоренность озимых зерновых культур перед уборкой в годы исследований 2001–2009 гг. снижалось благодаря увеличению объемов применения глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника, что в первую очередь отразилось на численности пырея ползучего, видов осота и других многолетних сорняков из семейств Мятликовых, Астровых, Гвоздичных, Подорожниковых (таблица 2).

Таблица 1 – Изменение соотношения семейств сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси (по данным маршрутного обследования перед уборкой)

Семейство	Численность сорных растений, шт./м ²						% к общей численности					
	пшеница озимая		рожь озимая		тритикале озимое		пшеница озимая		рожь озимая		тритикале озимое	
	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.
Астровые - <i>Compositae</i> Giseke	13,4	7,3	25,3	13,6	22,9	7,9	14,5	15,3	18,4	15,2	16,1	13,5
Бобовые - <i>Fabaceae</i> Lindl.	0,6	0,1	1,9	0,8	1,4	0,4	0,7	0,2	1,4	0,9	1,0	0,7
Бурачниковые - <i>Boraginaceae</i> Juss.	0,6	0,6	2,4	3,5	2,8	1,5	0,7	1,3	1,7	3,9	2,0	2,6
Гвоздичные - <i>Caryophyllaceae</i> Juss.	6,9	2,3	11,1	7,4	7,3	4,2	7,5	4,8	8,1	8,3	5,1	7,2
Гераниевые - <i>Geraniaceae</i> Juss.	0,3	0,2	1,2	0,3	0,6	0,6	0,3	0,4	0,9	0,3	0,4	1,0
Гречиховые - <i>Polygonaceae</i> Juss.	4,3	3,2	7,6	4,4	7,8	4,9	4,7	6,7	5,5	4,9	5,5	8,4
Капустные - <i>Cruciferae</i> Juss.	1,1	0,3	0,8	0,9	2,4	0,8	1,2	0,6	0,6	1,0	1,7	1,4
Лютиковые - <i>Ranunculaceae</i> Juss.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,3
Маревые - <i>Chenopodiaceae</i> Vent.	1,6	3,6	1,3	5,7	1,2	3,5	1,7	7,5	0,9	6,4	0,8	6,0
Мареновые - <i>Rubiaceae</i> Juss.	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0	0,2	0,3	0,3	0,3
Мятликовые - <i>Gramineae</i> Juss.	50,0	23,8	55,4	37,9	68,4	25,5	54,2	49,7	40,2	42,3	48,1	43,7
Норичниковые - <i>Scrophulariaceae</i> Juss.	2,9	0,7	1,9	1,6	3,5	1,3	3,1	1,5	1,4	1,8	2,5	2,2
Подорожниковые - <i>Plantaginaceae</i> Juss.	2,2	0,8	7,5	3,0	6,6	1,9	2,4	1,7	5,4	3,3	4,6	3,3
Розоцветные - <i>Rosaceae</i> Juss.	0	0	0,7	0,1	0,2	0	0	0,0	0,5	0,1	0,1	0
Ситниковые - <i>Juncaceae</i> Juss.	0,8	0	1,7	0,5	4,0	0,2	0,9	0	1,2	0,6	2,8	0,3
Фиалковые - <i>Violaceae</i> Batsch	3,1	2,8	5,7	6,8	5,4	3,9	3,4	5,9	4,1	7,6	3,8	6,7
Хвощеобразные - <i>Equisetophyta</i>	0,2	0,4	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,2	0,5	0,5
Яснотковые - <i>Labiatae</i> Juss.	0,5	1,1	1,1	1,4	1,0	0,7	0,5	2,3	0,8	1,6	0,7	1,2
Прочие	3,4	0,4	11,3	0,8	5,5	0,4	3,7	0,7	8,2	0,9	3,9	0,7
Всего	117,7	92,3	137,8	89,6	142,3	58,4	100	100	100	100	100	100

Таблица 2 – Динамика численности многолетних сорных растений в посевах озимой пшеницы (по данным маршрутного обследования перед уборкой)

Виды сорняков	Численность многолетних видов, шт./м ²	
	2001-2005 гг.	2006-2009 гг.
Всего многолетних,	47,5	18,6
в том числе: пырей ползучий	40,2	16,3
бодяк полевой, осот полевой	3,6	1,2
виды подорожника (<i>Plantago</i> spp.), лютика (<i>Ranunculus</i> spp.), щавеля (<i>Rumex</i> spp.), лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.), одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.) и др.	3,7	1,1

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что сорная флора в посевах озимых зерновых культур в Беларуси сформирована видами из одних и тех же семейств. В 2006-2009 гг. общая численность сорных растений семейства Мятликовых к 2001-2005 гг. уменьшилась по всем культурам – в посевах озимой пшеницы с 50 до 23,8 шт./м², озимой ржи – 55,4 до 37,9 и озимого тритикале 68,4–25,5 шт./м², при этом в общем составе ценоза проценты к общей численности по культурам были близки – 54,2 и 49,7 % в посевах озимой пшеницы, 40,2 и 42,3 %, 48,1 и 43,7 % в посевах ржи и озимого тритикале. Такая тенденция и по другим основным семействам (Астровые, Гвоздичные, Фиалковые, Подорожниковые). В целом и общая засоренность уменьшилась со 117,7 шт./м² до 92,3 в посевах озимой пшеницы, 137,8 до 89,6 – озимой ржи и с 142,3 до 58,4 шт./м² – озимого тритикале. Засоренности озимых зерновых культур перед уборкой в годы исследований 2001 – 2009 гг. снижалось благодаря увеличению объемов применения глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника, что в первую очередь отразилось на численности пырея ползучего, видов осота и других многолетних сорняков из семейств Мятликовых, Астровых, Гвоздичных, Подорожниковых (таблица 2).

Список литературы

1. Бочкарев, Д. В. Динамика сорного компонента агроценозов Мордовии / Д. В. Бочкарев, Н. В. Смолин, А. Н. Никольский // Вестник защиты растений. – 2013. – № 3. – С. 51–60.
2. Васильченко, И. Т. Определитель сорных растений / И. Т. Васильченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 344 с.
3. Волчкевич, И. Г. Обоснование системы рационального применения гербицидов в посевах лука репчатого, возделываемого в однолетней культуре : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / И. Г. Волчкевич; РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р.-н., 2010. – 22 с.

4. Губанов, И. А. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пос. для учителей / И. А. Губанов, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М.: Просвещение, 1981. – 287 с.
5. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
- Засоренность и перспективы борьбы с сорняками в Беларуси / С. В. Сорока [и др.] // Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження: матеріали конф. – Київ, 2002. – С. 122–127.
6. Засоренность основных сельскохозяйственных культур в зависимости от предшественника / С. В. Сорока [и др.] // Інтегрований захист рослин, проблеми та перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (13–16 листопада 2006 р.). – Київ, 2006. – С. 213–215.
7. Корпанов, Р. В. Видовой состав сорной растительности и обоснование рационального применения гербицидов в посевах сои в Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Р. В. Корпанов; РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р-н., 2008. – 20 с.
8. Котт, С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – М.: Колос, 1969. – 199 с.
9. Либерштейн, И. И. Зеленый пожар. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн. – М.: Колос, 1981. – 189 с.
10. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 54–67.
11. Лунева, Н. Н. Особенности распространения сорных растений в агроценозах Агроклиматических районов Ленинградской области / Н. Н. Лунева // Вестник защиты растений. – СПб., 2016. – № 4. – С. 76–81.
12. Лунева, Н. Н. Распространение сорных растений в регионах (на примере республики Мордовия и Ленинградской области) / Н. Н. Лунева, А. Н. Никольский, Д. В. Бочкарев // Вестник защиты растений. – 2017. – № 1. – С. 33–38.
13. Майсурян, Н. А. Определитель семян и плодов сорных растений / Н. А. Майсурян, А. И. Атабекова. – М.: Колос, 1978. – 288 с.
14. Маслénкина, И. Н. Обоснование применения гербицидов в посевах капусты белокочанной, возделываемой по безрассадной технологии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / И. Н. Маслénкина; РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р-н., 2012. – 21 с.
15. Методические рекомендации по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / сост. А. И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.
16. Методические рекомендации по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / сост. А. И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.
17. Мысник, Е. Н. Ретроспективный анализ засоренности агроценозов как основа многолетнего прогноза / Е. Н. Мысник // Защита и карантин растений. – 2016. – № 7. – С. 39–41.
18. Мысник, Е. Н. Характеристика рудерального компонента сорной растительности Ленинградской области / Е. Н. Мысник // Вестник защиты растений. – 2016. – № 4. – С. 81–86.
19. Нейштадт, М. И. Определитель растений средней полосы европейской части СССР: пособие для сред. школы / М. И. Нейштадт. – М.: Учпедгиз, 1954. – 495 с.
20. Определитель высших растений Беларуси: учеб. пособие / Т. А. Сауткина [и др.]; под ред. В. И. Парфенова; Ин-т эксперим. ботаники им. В. Купревича, Белорус. Гос. ун-т. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.
21. Отраслевой классификатор сорных растений / Центр. Ин-т агрохим. обслуживания сел. хоз-ва; разраб. Н. Д. Бунто [и др.]. – М., 1984. – 76 с.
22. Природа Белоруссии: попул. энцикл. / редкол.: И. П. Шамякин (гл. ред.) [и др.]. – Изд. 2-е. – Минск.: БелСЭ, 1989. – 599 с.

23. Пустазелле: ступень яго распаўсюджання ў посевах і насенні БССР і меры барацьбы з ім / Н. З. Дзенісаў [і інш.]. – Мінск, 1939. – 376 с.
24. Симонович, Л. Г. Краткий определитель сорных растений Белоруссии / Л. Г. Симонович, В. А. Михайловская, Н. В. Козловская. – Минск: Наука и техника, 1969. – 232 с.
25. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока, Л. И. Сорока. / РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2016. – 132 с.
26. Сорока, С. В. Тенденции изменения засоренности основных сельскохозяйственных культур в Беларуси / С. В. Сорока // Ахова раслін. – 1999. – № 2–3. – С. 29–33.
27. Станков, С. С. Определитель высших растений Европейской части СССР / С. С. Станков, В. И. Талиев. – М.: Сов. наука, 1949. – 1151 с.
28. Тенденции изменения засоренности основных сельскохозяйственных культур в Белоруссии / С. В. Сорока [и др.] // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: третий всероссийский съезд по защите растений: материалы съезда: в 3 т., Санкт-Петербург, 16–20 дек. 2013 г. – СПб, 2013. – Т. 2. – С. 315–317.
29. Тенденции изменения сорных ценозов в посевах озимых зерновых культур в условиях Беларуси / С. В. Сорока [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 2. – С. 46–54.
30. Увеличение засоренности посевов основных сельскохозяйственных культур Беларуси / С. Сорока [и др.] // Борьба с сорняками в Балтийском регионе: тр. междунар. конф. / редкол.: Е. Рубенис [и др.]. – Елгава, 1997. – С. 140–144.
31. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.
32. Якимович, Е. А. Биологическое обоснование химической защиты посевов проса от сорных растений : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Е. А. Якимович; РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р-н., 2006. – 20 с.
33. Paradowski, A. Atlas chwastow / A. Paradowski. – Krakow, 2009. – 229 s.
34. Soroka, S. Tendencies and Changes of winter grain crops infestation by weeds and the role of the chemical method in its regulation / S. Soroka., L. Soroka., L. Metez // XLIV Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roslin / Streszenia, Poznan, 12 – 13 luty. – Poznan, 2004. – P. 52–53.

S. V. Soroka

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

TAXONOMIC STRUCTURE OF WEED PLANTS IN WINTER GRAIN CROPS IN BELARUS

Annotation. It is shown that the weed flora in winter grain crops (rye, wheat, triticale) in Belarus is formed by species from Meadow grass, Aster, Pink, Plantain families.

Key words: winter grain crops (rye, wheat, triticale), the number of weeds by families, the taxonomic structure of the weed flora composition, the downward trend.

**А.В. Сташкевич, С.А. Колесник, Н.С. Сташкевич, С.В. Сорока,
Н.С. Чайковская**

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

КОМПЬЮТЕРНАЯ БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. Герботологическая база данных обеспечивает централизованное хранение информации о видовом составе сорных растений, их вредоносности в посевах кукурузы в зависимости от технологии ее возделывания и подготовке ассортимента для ее защиты, что обеспечивает повышение эффективности мероприятий по защите культуры от сорняков.

В базу данных вошла информация о действующих веществах, гербицидах и их нормах внесения, данные о численности и видовом составе доминирующих видов сорняков в посевах кукурузы, биологические пороги вредоносности сорных растений.

Ключевые слова: база данных, кукуруза, сорные растения, биологические пороги вредоносности, гербициды, технология возделывания.

Введение. В настоящее время широкое распространение получает использование математических моделей в различных сферах науки и производства, в том числе и в защите растений [2]. Ученые многих стран разрабатывают новые технологии по защите растений от вредных организмов, базирующиеся на результатах фитосанитарной диагностики. Оперативное проведение качественной и своевременной фитодиагностики агроценозов возможно лишь при наличии соответствующих компьютерных технологий [3]. Разрозненность и, зачастую, недоступность для специалистов сельского хозяйства современных методов фитосанитарного контроля состояния посевов и прогноза потерь урожая от вредных организмов затрудняет поиск и принятие решений по выбору научно-обоснованных, экономически и экологически целесообразных защитных мероприятий. Поэтому актуальными являются систематизация и обобщение накопленных по защите растений данных, перевод их в электронную форму и создание на их основе принципиально новых видов информационных атласов, электронных библиотек, компонентами которых являются тематические базы данных по конкретным предметным областям [4].

В мировой практике масштабное использование информационных технологий в защите растений началось примерно с середины 90-х годов прошлого века. Последующее развитие этого процесса привело к тому, что в странах с развитой экономикой службы, занимающиеся контролем полезных и вредных объектов в сельском хозяйстве, уже не представляют свою работу без разного рода программных и технических средств [5].

Современные научные исследования базируются на анализе больших информационных массивов, которые объединяются в базы данных. Базой данных является представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов, систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью компьютера [6].

Целью создания базы данных являлось повышение эффективности мероприятий по защите посевов кукурузы от сорных растений, которая позволит специалистам оперативно прогнозировать распространение видов сорняков и в оптимальные сроки проводить защиту посевов культуры.

Методика исследований. База данных по структуре доминирования сорных растений и их вредоносности в посевах кукурузы в зависимости от технологии ее возделывания создавалась с помощью программ обслуживания баз данных Microsoft Access 7.0 для Windows 2010. Access представляет собой систему управления базами данных, в состав которых входят таблицы, запросы, формы, отчеты, макросы и модули как самостоятельные объекты, хранящиеся в общем файле базы данных [1, 6].

Программой предусмотрен ряд типовых поисковых запросов, позволяющих решать различные научно-практические задачи. Сформирован список видов сорных растений, как общий, так и для технологии возделывания культуры (монокультура или севооборот); проведена выборка по распространению конкретного вида сорного растения в агроценозе кукурузы; получены таблицы с числовыми данными по каждому виду (численность и встречаемость на поле).

Результаты исследований и их обсуждение. В лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений» создана компьютерная база данных «Доминирование сорных растений и их вредоносность в посевах кукурузы при разных технологиях ее возделывания».

Создание базы данных проводили в несколько этапов. Первый этап – определение структуры базы данных. Второй – ввод данных. Третий – создание запросов. Четвертый – создание форм и отчетов. Данные в Access отражаются в табличной форме. Каждая запись данных представляет отдельную строку таблицы. В этих записях (строках

таблицы), состоящих из отдельных полей, и хранится информация, составляющая содержимое базы данных. Система выходной информации предусматривает вывод данных в табличной форме на экран или на печатающее устройство.

Источниками для заполнения банка данных по численности, встречаемости и классификации сорных растений послужили данные маршрутных обследований, полевых опытов и отраслевого классификатора сорных растений; данные по гербицидам, их действующим веществам взяты из государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Информационные блоки базы данных базируются на 5 основных таблицах: классификация сорных растений, численность и встречаемость сорных растений, влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы в зависимости от технологии возделывания (севооборот или монокультура) и типа почв, нормы внесения гербицидов, эффективность гербицидов по действующим веществам и на 5 вспомогательных таблицах, которые облегчают ввод данных: действующие вещества, гербициды, технология возделывания, тип почвы, фаза культуры.

На их основе сформирована выходная информация, представленная в виде следующих запросов: засоренность посевов кукурузы и влияние гербицидов на засоренность в зависимости от технологии возделывания; биологическая эффективность гербицидов в посевах кукурузы.

Результат обработки программой такого запроса представляет собой таблицу. В нее включены выбранные из основной таблицы записи, которые удовлетворяют критериям запроса. Сформирован также ряд параметрических запросов для отбора информации по более узкому критерию поиска. Причем, это название задается отдельно с клавиатуры, в диалоге. Для удобства восприятия информации на основе запросов сформированы формы. Преимуществом форм является возможность наблюдать на экране одновременно несколько связанных между собой записей, что позволяет пользователю сосредоточиться только на относящейся к делу информации.

Запросы служат для селекции или фильтрации набора данных. Они позволяют выбрать из базы только необходимую информацию, т.е. ту, которая соответствует определенному критерию (условию) и представить их на экране. Мы разработали проекты запросов по тем критериям, которые, как нам кажется, наиболее подходят по цели нашей работы. Они сохранены для многократного использования и нет нужды проектировать их заново. Представление данных в виде таблицы в режиме запроса дает пользователю возможность оценить таблицу как единое целое, сравнить записи, проводить расчеты и т.д.

Сформированы следующие запросы:
 Влияние гербицидов на засоренность в зависимости от технологии возделывания.
 Эффективность гербицидов в посевах кукурузы.
 Засоренность на фоне применения удобрений.
 Засоренность кукурузы в зависимости от технологии возделывания и типа почв (рисунки 1, 2).

БД гербиология 2018 - готовая : база данных (Access 2007 - 2010) - Microsoft Access

Файл Главная Создание Внешние данные Работа с базами данных

Все объекты Access

Поиск...

Таблицы

Запросы

влияние гербицидов на засоренность посевов

год	наименование	гербициды	СК	технология	ти	М	Гибель	Сниж	Гибель
2016	Гореч птнич	Примэстра голд	монокультуре	супе	СПК	100	100	100	100
2016	Просо куриное	Сулкотрек, КС - 2,	севооборот	супе	СПК	88,2	95,8	100	100
2016	всех однолетних	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	99,1	94,2		
2016	Пырей ползучий	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	100	100	75,0	
2016	Марь белая	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	100	100	98,1	
2016	Просо куриное	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	100	100	80,4	
2016	Гореч вьюнковый	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	100	100	97,9	
2016	Пастушья сумка	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	100	100	100	
2016	всех сорняков	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	89,4	89,9	94,5	
2016	всех однолетних	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК	98,0	97,6		
2016	Пырей ползучий	Аденго, КС - 0,4 л,	севооборот	супе	СПК			97,9	
2016	Марь белая	Примэстра голд	монокультуре	супе	СПК	97,2	99,2	99,6	
2016	Просо куриное	Примэстра голд	монокультуре	супе	СПК	87,1	80,0	87,9	
2016	Пастушья сумка	Сулкотрек, КС - 2,	севооборот	супе	СПК	100	100	100	
2016	Ромашка непахуч	Примэстра голд	монокультуре	супе	СПК	100	100	100	
2016	Гореч вьюнковый	Сулкотрек, КС - 2,	севооборот	супе	СПК	100	100	100	
2016	всех сорняков	Примэстра голд	монокультуре	супе	СПК	92,5	94,4	97,4	
2016	Марь белая	Экстракорн, СЗ - 4	монокультуре	супе	СПК	98,1	99,2	100	
2016	Просо куриное	Экстракорн, СЗ - 4	монокультуре	супе	СПК	83,9	73,3	81,8	
2016	Пастушья сумка	Экстракорн, СЗ - 4	монокультуре	супе	СПК	100	100	100	
2016	Ромашка непахуч	Экстракорн, СЗ - 4	монокультуре	супе	СПК	100	100	90,0	

Записи: 1 из 484

Рисунок 1 – Запрос: влияние гербицидов на засоренность

БД гербиология 2018 - готовая : база данных (Access 2007 - 2010) - Microsoft Access

Файл Главная Создание Внешние данные Работа с базами данных

Все объекты Access

Поиск...

Таблицы

Запросы

засоренность кукурузы

наименование с	био группы	ботанич	по про	семейст	семе	код тех	код почв	код врег	числен	встр
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	супе	до обрабо	0,5	11,1	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	супе	до обрабо	0,03	2,6	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	торфяно-бол	до обрабо	0,2	16,7	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	супе	до обрабо	0,9	24,9	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	супе	до обрабо	0,1	6,9	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	торфяно-бол	до обрабо	0	0	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	супе	после обра	0,4	20,6	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	супе	после обра	0,6	11,1	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	монокульту	торфяно-бол	до обрабо	0,1	6,7	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	супе	после обра	0,3	18,8	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	супе	после обра	0,1	9,1	
Аистик цинкунный	зимующие	двулодные однолет	гераниевые	Gerania	севооборот	торфяно-бол	после обра	0,5	16,3	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	монокульту	супе	до обрабо	1,1	31,7	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	монокульту	супе	после обра	1,1	29,7	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	монокульту	торфяно-бол	до обрабо	4,2	59,7	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	севооборот	супе	до обрабо	0,5	20,3	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	севооборот	супе	до обрабо	0,7	17,4	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	севооборот	торфяно-бол	до обрабо	1,6	30,4	
Бодяк полевой	корнеотпрысковые	двулодные многолет	сложноцвет	Asteraceae	монокульту	супе	после обра	0,2	11,7	
Итого								2225,35		

Записи: 1 из 492

Рисунок 2 – Запрос: численность и встречаемость сорных растений в зависимости от типа почв

Неудобство запросов заключается в том, что при выборке нескольких интересующих полей, часто вся информация не видна на экране, и приходится перемещаться курсором вдоль записи, что создает определенные трудности при чтении информации. Поэтому были созданы формы, которые базировались на спроектированных уже запросах. Поиск данных проводится аналогично, как и в запросах. Различие заключается в выводе нужной информации на экран.

Для удобства восприятия информации были сформированы следующие формы:

Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв.

Засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв.

Эффективность гербицидов в посевах кукурузы.

При открытии формы “Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв” на экран выводится информация: наименование сорного растения, год, место проведения, возделывание в монокультуре или севообороте, тип почв, эффективность гербицидов или их баковых смесей. Форма содержит 484 записи, которые хранят данные об ассортименте гербицидов для защиты посевов кукурузы при выращивании ее в монокультуре и севообороте на супесчаных и суглинистых почвах (рисунок 3).

The screenshot shows a Microsoft Access form with the following fields and values:

- наименование сорного растения:** Марь белая
- годы:** 2016
- гербициды смеси гербицидов:** Привязка года TZ, СК - 4,0 л/га
- место проведения:** РУП "Институт защиты растений"
- технология возделывания:** севооборот
- тип почвы:** суглинок

Results table:

Гибель сорняков через 30 дней, %	Снижение массы через 30 дней, %
99,1	94,9
Гибель сорняков через 60 дней, %	Снижение массы через 60 дней, %
100	100

At the bottom, it shows "Записи: 1 из 484" and a search bar.

Рисунок 3 – Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв

При открытии формы “Эффективность гербицидов в посевах кукурузы” на экран выводится информация: наименование сорного растения, действующие вещества, гербициды, сроки и нормы их внесения, а также данные о снижении численности и массы сорного растения в процентном соотношении к контролю. Форма содержит 1045 записей, которые хранят данные (рисунок 4).

БД гербология 2018 - готовая : база данных (Access 2007 - 2010) - Microsoft Access

Файл Главная Создание Внешние данные Работа с базами данных

Все объекты Access

Поиск...

Эффективность гербицидов

Эффективность гербицидов в посевах кукурузы

наименование сорных растений	Галисига мелкоцветная
действующее вещество	Дикамба кислота + никосульфурон
препарат	Дублон Супер, ВДГ + ПАВ Алю, Ж
норма внесения	0,3-0,5 кг/га + 0,2 л/га
срок внесения	3-5 листьев
снижение численности, %	100
снижение массы, %	100

Записи: 1 из 1081

Режим формы

Рисунок 4 – Эффективность гербицидов в посевах кукурузы

При открытии формы “Засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв” на экран выводится информация: наименование сорного растения, его классификация (биограмма, ботанический класс, продолжительность жизни, семейство), данные о численности и встречаемости сорных растений в зависимости от технологии возделывания и типа почв. Форма содержит 492 записи, которые хранят указанные данные по структуре доминирования сорных растений и их вредоносности при возделывании кукурузы в монокультуре или севообороте на суглинистых, супесчаных и торфяно-болотных почвах (рисунок 5).

Заключение. Разработанная база данных обеспечивает централизованное хранение информации о видовом составе сорных растений, их вредоносности в посевах кукурузы в зависимости от технологии ее возделывания и подготовке ассортимента для защиты культуры; меньшими затратами времени на ввод данных; высокой скоростью доступа вследствие меньших затрат памяти; высокой устойчивостью к ошибкам.

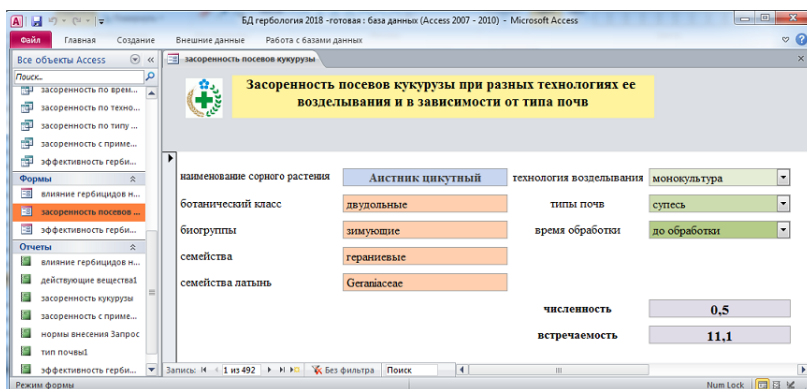


Рисунок 5 – Засоренность посевов кукурузы при разных технологиях ее возделывания и в зависимости от типа почв

База данных предназначена для специалистов агропромышленного комплекса, агрономов, для специалистов службы защиты растений, студентов сельскохозяйственных вузов, фермеров.

Применение компьютерных технологий повышает уровень компетентности специалистов по защите растений.

Список литературы

1. Разработка электронного определителя видов сорных растений / Е. Н. Белоусова [и др.] // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: тез. докл. Всероссийской науч. конф. с международным участием, Санкт-Петербург, 27-28 ноября 2017 г. / ВИР. – СПб, 2017. С. 32–33.
2. Головач, В. В. Компьютерные программы по защите растений / В. В. Головач // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси: Стратегия и тактика защиты растений: тез. докл. междунар. науч. конф. / Минск, 28 февраля – 2 марта 2006 г. – Минск, 2006. – Вып. 30, Ч. 1. – С. 23–25.
3. Головач, В. В. Компьютерные технологии – перспективное направление усовершенствования интегрированных систем защиты растений от вредных организмов / В. В. Головач, Л. И. Трепашко // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 29. – С. 251–259.
4. Гурова, Т. А. Компьютерная база данных «Болезни зерновых культур» / Т. А. Гурова, В. Ю. Березина // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2006» / Новосибирск, 17-18 окт. 2006 г. / СибФТИ. – Новосибирск, 2006. – Ч. 1. – С. 210–214.
5. Костенко, И. А. Разработка базы фитосанитарных данных юга России / И. А. Костенко // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы докл. междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 23-25 сент. 2008 г. / Всерос. научн.-исслед. ин-т биол. защиты растений РАСХН. – Краснодар, 2008. – Вып. 5. – С. 507–509.
6. Лебедева, Е. Г. Программа «Герболог-инфо» для работы с базой данных по сорным растениям / Е. Г. Лебедева, Е. Н. Мыслик, Н. Н. Лунева // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: тез. докл. Всероссийской науч. конф. с международным участием Санкт-Петербург, 27-28 ноября 2017 г. / ВИР. – СПб, 2017. – С. 39–40.

*A.V. Stashkevich, S.A. Kolesnik, N.S. Stashkevich, S.V. Soroka,
N.S. Tchaikovskaya*

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

COMPUTER DATABASE FOR MONITORING WEED PLANTS IN CORN CROPS

Annotation. The herbological database provides the centralized storage of information on specific composition of weeds, their harmfulness in corn crops, depending on the technology of its cultivation and the preparation of an assortment for its protection, which ensures an increase in the efficiency of measures to protect crops against weeds.

The database includes information on active ingredients, herbicides and their application rates, data on the number and specific composition of dominant weed species in corn crops, biological thresholds of weed harmfulness.

Key words: database, corn, weeds, biological thresholds of harmfulness, herbicides, cultivation technology.

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЯБЛОНЕВОГО САДА ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С МАКСИМАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕРБИЦИДОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рецензент: канд. с.-х. наук Пестерева А.С.

Аннотация. Гербициды Экстракорн, СЭ и Сатурн Дуо, МД включены в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Последовательное применение гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) или Сатурн Дуо, МД (1,5 л/га) рано весной по всходам сорняков и Торнадо 500, ВР (2,0 л/га) при появлении новой волны сорняков позволило содержать приствольные полосы яблоневого сада в практически чистом состоянии в течении всего периода вегетации.

С экономической точки зрения система защиты от сорной растительности с применением гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) + Торнадо 500, ВР (2,0 л/га) на 16,3 % дешевле, чем при применении Сатурн Дуо, МД (1,5 л/га) + Торнадо 500, ВР (2,0 л/га).

Ключевые слова: гербициды, плодовые культуры, сорные растения, яблоня, система защиты, эффективность.

Введение. В технологии возделывания плодовых культур в последние годы произошли значительные изменения. При их выращивании широко стали использовать клоновые (вегетативные) подвои, особенно карликовые и полукарликовые, которые дают возможность увеличить плотность размещения деревьев, уменьшить их высоту, ускорить вступление в период плодоношения. Вместе с тем наличие поверхностной корневой системы у плодовых деревьев на вегетативных подвоях создает ряд отрицательных моментов, в первую очередь – это конкуренция с другими растениями за питательные вещества и воду [2].

При выращивании культурных растений сорняки конкурируют с ними за площадь обитания, воду, питательные вещества и свет, затрудняют за ними уход и усложняют уборку, часто являются резервуарами вредителей и возбудителей болезней. Совокупностью этих свойств они отрицательно влияют на качество и урожайность сельскохозяйственных культур, чем приносят значительный экономический вред [1].

По литературным данным потенциальные потери урожая плодовых культур от засорения в России в 1991–1995 гг. составили в среднем за

год 18,2 % и по сравнению с периодом 1986–1990 гг. увеличились в 2,5 раза (515,4 тыс. тонн плодов) [6].

Установлено, что 1 % проективного покрытия поверхности почвы надземной массой сорняков приводит к снижению урожайности яблони на 0,17 %, сливы – на 1,0 %, красной и черной смородины – на 0,25–0,3 % [5, 7].

В садах Беларуси встречается более 300 видов сорных растений, но наиболее распространено около 40 видов. Видовой состав и встречаемость сорняков изменяется с возрастом сада. В молодых садах преобладают однолетние, в садах старшего возраста – многолетние сорные растения. При сильной засоренности сорняками выносятся из почвы до 60,4 кг/га азота, 18,0 кг/га фосфора, 83,8 кг/га калия [2].

В системе борьбы с сорной растительностью в плодовых насаждениях ранее предпочтение отдавалось агротехническим приемам, обеспечивающим надежную защиту сада от сорняков. С переходом садоводства на интенсивные технологии возделывания определяющую роль в защите от сорной растительности играют химические мероприятия, поскольку применение агротехники в таких садах ограничено плотной схемой посадки деревьев, наличием системы орошения и т.п. В садах интенсивного типа в междурядьях проводится естественное или культурное залужение, а приствольные полосы содержатся под гербицидным паром.

В связи с интенсификацией производства плодородческой продукции в Республике Беларусь, появлением на рынке все более эффективных и экологически безопасных химических средств защиты растений, повышением требований к токсикологической, гигиенической и экологической безопасности пестицидов и усилением роли защиты растений, как средства получения запрограммированных урожаев, потребность в них и, соответственно, стоимость возрастает. Основная часть пестицидов в настоящее время ввозится из Германии, Франции, Великобритании, США, Японии, Венгрии, Швейцарии, Австрии, Израиля и 20 процентов – из государств-участников Содружества Независимых Государств.

Увеличение затрат на проведение защитных мероприятий приводит к росту стоимости плодородческой продукции. Поэтому в настоящее время особенно актуальным является замещение импорта пестицидов препаратами отечественного производства. Но доля препаратов производства РБ, разрешенных для применения против сорной растительности в насаждениях яблони, на сегодняшний день невелика. В «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты семечковых культур от сорной растительности зарегистрировано 13 препаратов, производимых в Беларуси, из них 10

препаратов на основе глифосата [3]. Расширение ассортимента гербицидов отечественного производства и включение их в интегрированную систему защиты яблони от вредных организмов позволит сократить зависимость от импорта, повысить рентабельность, снизить затраты на защитные мероприятия.

Материалы и методика проведения исследований. Опыты по оценке эффективности гербицидов Экстракорн, СЭ (ООО «Франдеса»), Сатурн Дуо, МД (ООО «Франдеса»), Торнадо 500, ВР (ЗАО «Август-Бел») был заложен в 2017 г. в опытном саду РУП «Институт защиты растений». Выбор участков, разбивка делянок, обработки и учеты проведены согласно общепринятым методикам и «Методическим указаниям по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь [4,8].

Учет засоренности проведен на постоянных связанных (удвоенных) учетных площадках 0,25 м² (50 x 50 см), закрепленных колышками до применения гербицидов [8].

Сроки проведения учетов: первый 07.04.2017 г. – исходная засоренность до опрыскивания препаратом (количественный); второй 05.05.2017 г. – через 29 дней после обработки (количественно-весовой); третий 06.06.2017 г. – через 56 дней (количественный); четвертый 18.07.2017 г. – через 42 дня после второй обработки (количественный).

Биологическая эффективность препаратов определена по формуле:

$$C_k = 100 - \frac{B_o}{B_k} \times 100,$$

где C_k – снижение численности или сырой массы сорняков в % к контролю;

B_o – численность или сырая масса сорняков в опыте, шт/м² (г/м²);

B_k – численность или сырая масса сорняков в контроле, шт/м² (г/м²).

Схема опыта:

Срок применения	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Весной, в фазу 2-4 листьев однолетних двудольных и злаковых сорняков, при высоте пырея ползучего 10–15 см	Экстракорн, СЭ (С - метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,0 л/га	Сатурн Дуо, МД (никосульфурон, 40г/л+мезотрион, 55 г/л), 1,5 л/га	Без обработки
При нарастании численности сорняков	Торнадо 500, ВР (глифосат, 500 г/л), 2,0 л/га	Торнадо 500, ВР (глифосат, 500 г/л), 2,0 л/га	Без обработки

Результаты исследований. До начала внесения гербицидов в приствольных полосах опытного сада был проведен учет численности сорных растений. Из однолетних доминировали: звездчатка средняя,

незабудка полевая, яснотка пурпуровая; из многолетних – одуванчик лекарственный (таблица 1). Общая численность сорняков до обработки составляла 100,3 шт/м².

Таблица 1 - Видовой состав и численность сорных растений до обработки (сад РУП «Институт защиты растений», учет проведен 07.04.2017 г.)

Виды сорных растений	Численность сорных растений, шт/м²
Вероника полевая	0,8
Звездчатка средняя	19,4
Мелколепестник канадский	0,2
Мятлик однолетний	5,3
Незабудка полевая	10,3
Фиалка полевая	6,2
Ясколка обыкновенная	4,8
Яснотка пурпуровая	9,2
Однолетние	56,2
Одуванчик лекарственный	25,2
Осот полевой	10,6
Ястребинка волосистая	8,3
Многолетние	44,1
Всего	100,3

Гербициды Экстракорн, СЭ и Сатурн Дуо, МД внесены 7 апреля 2017 года во второй половине дня. Погодные условия являлись благоприятными для внесения препаратов. Дневная температура воздуха была в пределах 4–6 °С, осадки выпали только 16 апреля. Через 29 дней после обработки была проведена оценка эффективности внесенных в приствольные полосы гербицидов.

Проведенные учеты показали, что в варианте с применением гербицида Экстракорн, СЭ в норме расхода 4,0 л/га полностью погибли: из однолетних - вероника полевая, звездчатка средняя, мятлик однолетний, незабудка полевая; из многолетних – осот полевой и ястребинка волосистая (таблица 2). Препарат не оказал гербицидного действия на фиалку полевую и был малоэффективен против яснотки пурпуровой, мелколепестника канадского и ясколки обыкновенной (36,7–76,0 %). Биологическая эффективность гербицида Экстракорн, СЭ по численности многолетних сорняков составила 86,3 %. По массе всей сорной растительности – 84,5 % (таблица 3).

Биологическая эффективность гербицида Сатурн Дуо, МД в норме расхода 1,5 л/га была значительно выше против большинства видов сорной растительности, присутствующей в биоценозе сада, за исклю-

чением ястребинки волосистой, и составила по численности 89,7 % (таблица 2). Растения ястребинки волосистой не погибли, но рост их был приостановлен, поэтому биологическая эффективность препарата по массе сорняков составила 56,5 % (таблица 3).

Таблица 2 – Снижение численности сорных растений через 29 дней после обработки. (сад РУП «Институт защиты растений», учет проведен 05.05.2017 г.)

Виды сорных растений	Численность сорняков в варианте без обработки, шт/м ²	Биологическая эффективность, %	
		Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	Сатурн Дуо, МД, 1,5 л/га
Вероника полевая	28,0	100	100
Звездчатка средняя	84,0	100	100
Мелколепестник канадский	18,7	65,8	100
Мятлик однолетний	44,0	100	100
Незабудка полевая	6,7	100	100
Фиалка полевая	6,7	0	100
Ясколка обыкновенная	26,7	76,0	100
Яснотка пурпуровая	24	36,7	100
Однолетние	238,8	72,3	100
Одуванчик лекарственный	29,3	59,0	97,3
Осот полевой	3,0	100	90,0
Ястребинка волосистая	2,7	100	0
Многолетние	35,0	86,3	33,1
Всего	273,8	76,1	89,7

Таблица 3 - Снижение сырой массы сорных растений через 29 дней после обработки (сад РУП «Институт защиты растений», учет проведен 05.05.2017 г.)

Виды сорных растений	Сырая масса сорняков в варианте без обработки, г/м ²	Биологическая эффективность, %	
		Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	Сатурн Дуо, МД, 1,5 л/га
Вероника полевая	16,0	96,9	100
Звездчатка средняя	62,7	98,4	100
Мелколепестник канадский	22,7	85,9	100
Мятлик однолетний	13,3	81,2	100
Незабудка полевая	5,3	100	100
Фиалка полевая	10,7	40,2	100
Ясколка обыкновенная	32,0	87,5	100
Яснотка пурпуровая	29,3	72,7	100
Однолетние	192,0	82,8	100
Одуванчик лекарственный	21,3	66,2	92,5
Осот полевой	3,0	100	73,3
Ястребинка волосистая	14,7	100	56,5
Многолетние	39,0	88,7	74,1
Всего	231,0	84,5	92,9

Следующий учет численности и массы сорняков в вариантах опыта был проведен 06.06.2017 г. Установлено, что в вариантах опыта к этому времени появились растения герани круглолистной (4,0–10,7 шт/м²), звездчатки средней, мелколепестника канадского, фиалки полевой, одуванчика лекарственного (таблица 4). Общая численность сорняков составила 48,5–51,4 шт/м². На варианте без обработки численность сорняков достигала 172,4 шт/м².

Таблица 4 - Видовой состав и численность сорных растений через 56 дней после первой обработки гербицидами (сад РУП «Институт защиты растений», учет проведен 06.06.2017 г.)

Виды сорных растений	Численность сорняков, шт/м ²		
	Без обработки	Экстракорн, СЭ 4,0 л/га	Сатурн Дуо, МД 1,5 л/га
Герань круглолистная	4,0	10,7	6,7
Звездчатка средняя	46,7	0	29,3
Мелколепестник канадский	13,3	13,3	0
Просо куриное	10,8	11,4	8,5
Фиалка полевая	28,3	0	2,7
Однолетние	103,1	35,4	47,2
Одуванчик лекарственный	9,3	6,7	1,3
Осот полевой	4	0	0
Ястребинка волосистая	56	9,3	0
Многолетние	69,3	16,0	1,3
Всего	172,4	51,4	48,5

На основании полученных данных было принято решение о внесении на опытных участках гербицида Торнадо 500, ВР в норме расхода 2,0 л/га. Температура воздуха во время внесения препарата достигала 20 °С, осадки в виде небольшого дождя выпали через сутки после обработки.

Учет численности сорняков, проведенный 18 июля 2017 года, показал высокую эффективность гербицида Торнадо 500, ВР в норме расхода 2,0 л/га. Биологическая эффективность препарата через 42 дня после обработки составила 90,0 % (таблица 5). Невысокая эффективность гербицида отмечена против одуванчика лекарственного (47,7 %) и герани круглолистной (72,7 %).

При сравнении стоимости препаратов на единицу площади сада преимущество имеет система защиты с последовательным использованием гербицидов Экстракорн, СЭ и Торнадо 500, ВР (таблица 6).

Таблица 5 – Снижение численности сорных растений через 42 дня после обработки Торнадо 500, ВР (сад РУП «Институт защиты растений», учет проведен 18.07. 2017 г.)

Виды сорных растений	Численность сорняков в варианте без обработки, шт/м ²	Биологическая эффективность Торнадо 500, ВР, %
Герань круглолистная	44,0	72,7
Звездчатка средняя	44,7	100
Марь белая	4,7	100
Мелколепестник канадский	16,0	100
Просо куриное	11,3	100
Фиалка полевая	3,3	100
Однолетние	119,3	95,5
Одуванчик лекарственный	15,3	47,7
Ястребинка волосистая	14,7	100
Многолетние	30,7	73,8
Всего	150,0	90,0

Таблица 6 – Стоимость препаратов для обработки 1 га плодового сада (цены 2017 года)

Наименование препарата	Цена за единицу (л, кг), долл. США	Норма расхода на 1 га	Стоимость препарата на 1 га
Экстракорн, СЭ	17,33	4,0	69,32
Сатурн Дуо, МД	58,21	1,5	87,31
Торнадо 500, ВР	11,78	2,0	23,56

Выводы. По результатам проведенных исследований гербициды Экстракорн, СЭ и Сатурн Дуо, МД включены в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Последовательное применение гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га), Сатурн Дуо, МД (1,5 л/га) рано весной по всходам и Торнадо 500, ВР (2,0 л/га) при появлении новой волны сорняков позволило содержать приствольные полосы яблоневого сада в практически чистом состоянии в течение всего периода вегетации.

С экономической точки зрения система защиты от сорной растительности с применением гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) + Торнадо 500, ВР (2,0 л/га) на 16,3 % дешевле, чем при применении Сатурн Дуо, МД (1,5 л/га) + Торнадо 500, ВР (2,0 л/га).

Список литературы

1. Алиев, Т.Г.-Г. Система применения гербицидов в плодово - ягодных насаждениях Центрально - черноземной зоны / Т.Г.-Г. Алиев // Научно - обоснов. технол. хим. метода борьбы с сорняками в растениеводстве РФ. – Галицино, 2001. – С. 231–242.

2. Брукиш, Т. П. Агробиологическое обоснование защиты яблоневого сада интенсивного типа и питомника от сорных растений: автореф. дис. ...канд.с.-х.: 06.01.11 / Т.П. Брукиш; РУП «Ин-т защиты растений» – д. Прилуки, Минский р - н, 2004. – 19 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», Минск, 2017. – 687 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Захаренко, В. А. Гербициды / В. А. Захаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 178–179.
6. Захаренко, В. А. Фитосанитарный щит для продовольствия России. / В. А. Захаренко; под ред. К. В. Новожилова, Москва – СПб, 1998. – 366 с.
7. Соломахин, А. А. Борьба с сорной растительностью на ягодных культурах / А. А. Соломахин, Т. Г.- Г.Алиев, Ю. А. Архипов // Защита и карантин растений. – 2008. – № 11. – С. 26–27.
8. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений: справочник / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – 2-е изд. перераб. и доп. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного. – 2011. – 394 с.
9. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; сост. С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного. – 2007. – 58 с.

R.V. Supranovich, E.E. Berlinchik, N.A. Svirskaya

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

PROTECTION SYSTEM OF APPLE GARDEN AGAINST WEED VEGETATION WITH THE MAXIMUM USE OF DOMESTIC PRODUCTION HERBICIDES

Annotation. Herbicides Extracorn, ES and Saturn Duo, MD are included in the State Register of Plant Protection Products (Pesticides) and Fertilizers permitted for Use on the Territory of the Republic of Belarus. The consistent application of herbicides Extracorn, ES (4,0 l/ha) or Saturn Duo, MD (1,5 l/ha) in early spring on weeds seedlings and Tornado 500, AS (2,0 l/ha) with the appearance of a new wave of weeds has allowed keeping the apple orchard near-stem strips in practically pure state throughout the entire growing season.

From the economic point of view, a system of protection against weeds using the herbicides Extracorn, ES (4,0 l/ha) + Tornado 500, BP (2,0 l/ha) is 16,3 % cheaper than Saturn Duo, MD (1,5 l/ha) + Tornado 500, BP (2,0 l/ha).

Key words: herbicides, fruit crops, weeds, apple tree, protection system, efficiency.

О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАЩИТЫ НАСАЖДЕНИЙ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГЕРБИЦИДОВ

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

Аннотация. Приведены результаты изучения возможности применения для защиты насаждений аронии черноплодной от сорняков гербицидов Террсан, ВДГ и Зенкор Ультра, КС. Установлено, что внесение рано весной до начала вегетации культуры препарата Террсан, ВДГ (750 г/кг сульфометурон-метила кислоты) в норме расхода 30 г/га позволяет содержать прикустовые полосы практически в чистом от сорняков состоянии в течение 60 дней. Биологическая эффективность Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л) в норме расхода 0,6 л/га против многолетних сорняков составила 62,0–65,0 %, а против однолетних достигала 98,0 %. Отрицательного действия препаратов на культуру не отмечено.

Ключевые слова: арония черноплодная, сорная растительность, гербициды, биологическая эффективность.

Введение. Арония черноплодная (черноплодная рябина) - многолетний кустарник, который хорошо плодоносит во всех регионах Беларуси. Общая площадь плантаций черноплодной рябины составляет более 400 га. Ягоды аронии содержат природный комплекс витаминов (С, В1, В2, В6, В9, Е, Р, РР, бета-каротин), а также молибден, марганец, медь, кобальт, бор, сорбит (заменитель сахара). Содержание йода в них в 2-4 раза выше, чем в землянике, крыжовнике и малине [1]. Выращивают черноплодную рябину часто как декоративное и плодовое растение, а также как лекарственное садоводы-любители, дачники, в специализированных хозяйствах – для приготовления соков.

Поскольку корневая система аронии черноплодной располагается в верхнем слое почвы, урожайность ягод во многом определяется содержанием почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.

Борьба с сорной растительностью в ягодных насаждениях связана с регулярными и многократными обработками почвы, что вызывает большие затраты труда и денежных средств [1]. Из-за слабой конкурентной способности ягодных культур и высокой засоренности резко снижается урожайность и валовые сборы ягод, а ущерб наносимый сорняками урожаю культурных растений достигает 10,0-20,0 % [2]. Сильная засоренность, особенно в первые годы после посадки, ослабляет, а в некоторых случаях вызывает гибель культурных растений [4].

Для уничтожения сорняков одну и ту же площадь приходится механически обрабатывать не менее 5–6 раз, что отрицательно сказывается на культурном растении. Особенно трудно механизировать обработку почвы вблизи куста без повреждения корневой системы и ветвей. При сильном засорении участков невозможно обработать почву в ряду механическими приспособлениями. Использование химического способа защиты от сорняков, с точки зрения их эффективности, степени и характера влияния на ягодные растения, экологической чистоты и безопасности приобретает большое значение. Применение гербицидов позволяет быстро и эффективно бороться с сорняками в ягодных насаждениях, не нанося вреда культурным растениям.

В Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, для защиты аронии черноплодной от сорной растительности не зарегистрировано ни одного гербицида [5].

Поэтому главной задачей наших исследований являлось поиск гербицидов, эффективных против широкого спектра сорной растительности, обладающих длительным периодом действия и безопасных для культурного растения.

Материалы и методы проведения исследований. Опыт по оценке эффективности гербицидов в насаждениях аронии черноплодной (посадка – осень 2012 г.) был заложен в саду ОАО «Узденский» Узденского района в 2017 г.

Из имеющегося ассортимента гербицидов были выбраны два препарата системного действия: Террсан, ВДГ (сульфометурон-метила кислота, 750 г/кг) и Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л). Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема внесения гербицидов по вариантам опыта. ОАО «Узденский», Узденский район, Минская область, 2017 г.

№ п/п	Препарат, действующее вещество	Норма расхода	Срок применения	Расход рабочего раствора, л/га
1	Террсан, ВДГ (сульфометурон-метила кислота, 750 г/кг)	30 г/га	Опрыскивание почвы рано весной в начале отрастания многолетних сорняков	300
2	Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л)	0,6 л/га	Опрыскивание почвы рано весной в начале отрастания многолетних сорняков	300
3	Без обработки (контроль)	-	-	-

Выбор участков, разбивка делянок, обработки и учеты проведены согласно общепринятым методикам [3, 6].

Учет засоренности проводили на постоянных учетных площадках, выделяемых с помощью рамки 0,25 м² (50 x 50 см), которые закрепляли колышками до применения гербицидов. Количественно-весовые учеты проводили через 30 и 60 дней после внесения гербицидов.

Биологическую эффективность гербицидов определяли по формуле:

$$C_k = 100 - \frac{B_o}{B_k} \times 100 ,$$

где C_k – снижение численности или сырой массы сорняков в % к контролю;

B_o – численность или сырая масса сорняков в опыте, шт/м²;

B_k – численность или сырая масса сорняков в контроле, шт/м².

После применения гербицидов в период вегетации проводили визуальные наблюдения за действием их на культурные растения.

Результаты исследований. Гербициды были внесены 12 апреля во второй половине дня. Погодные условия были благоприятными для внесения препаратов. Дневная температура воздуха была в пределах 14–16 °С, небольшие осадки в виде дождя выпали только 16 апреля.

Установлено, что из многолетних сорных растений в год исследований в насаждениях аронии черноплодной преобладали: пырей ползучий, полынь обыкновенная, дрема белая, щавель конский, а из однолетних – ясколка обыкновенная, мятлик однолетний, трехреберник непахучий, мелколепестник канадский.

Учет, проведенный через 30 дней после обработки, свидетельствует о достаточно высокой биологической эффективности гербицида Террсан, ВДГ против большинства видов сорных растений, произрастающих в насаждениях аронии черноплодной.

Из многолетних сорных растений полностью погибли полынь обыкновенная, щавель конский, одуванчик лекарственный (таблица 2). Численность дремы белой на опытном варианте снизилась по сравнению с контролем в 2 раза.

Против однолетних сорняков эффективность гербицида Террсан, ВДГ была также высокой, за исключением герани круглолистной, всходы которой погибли только на 33,3 %.

Зенкор Ультра показал невысокую эффективность против дремы белой (49,2 %), щавеля конского (44,4 %) и был неэффективен против пырея ползучего.

Через 60 дней после обработки картина засоренности практически не изменилась, за исключением появления вьюнка полевого. Террсан, ВДГ против вьюнка оказался малоэффективным, численность его снизилась только на 10,0 % (таблица 3).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицидов в насаждениях аронии черноплодной через 30 дней после обработки. (ОАО «Узденский», Узденский район, Минская область, 2017 г.)

Виды сорных растений	Численность и масса сорных растений в варианте без обработки		Биологическая эффективность, %			
			Террсан, ВДГ, 30 г/га		Зенкор Ультра, КС, 0,6 л/га	
	шт/м ²	г/м ²	по численности	по сырой массе	по численности	по сырой массе
Многолетние, всего	207	532	86,0	93,3	57,5	56,4
В том числе:						
Пырей ползучий (стеблей)	120	87	77,5	94,3	0	0
Полынь обыкновенная	45	51	100	100	100	100
Дрема белая	21	18	52,4	72,2	42,9	33,3
Щавель конский	18	284	100	100	44,4	48,6
Одуванчик лекарственный	3	92	100	100	100	100
Однолетние, всего	376	252	88,9	99,4	97,3	98,0
В том числе:						
Ясколка обыкновенная	127	41	100	100	100	100
Мятлик однолетний	113	25	100	100	100	100
Мелколепестник канадский	47	9	100	100	100	100
Трехреберник непахучий	22	84	100	100	95,5	98,8
Фиалка полевая	20	12	100	100	80,0	83,3
Звездчатка средняя	17	5	100	100	100	100
Пастушья сумка	15	17	100	100	100	100
Вероника полевая	12	12	75,0	95,8	100	100
Герань круглолистная	3	47	33,3	98,9	100	100
Всего	583	784	87,5	96,3	77,4	77,2

Таблица 3 - Биологическая эффективность гербицидов в насаждениях аронии черноплодной через 60 дней после обработки. (ОАО «Узденский», Узденский район, Минская область, 2017 г.)

Виды сорных растений	Численность и масса сорных растений в варианте без обработки		Биологическая эффективность, %			
			Террсан, ВДГ, 30 г/га		Зенкор Ультра, КС, 0,6 л/га	
	шт/м²	г/м²	по численности	по сырой массе	по численности	по сырой массе
Многолетние, всего	229	645	78,2	83,2	65,6	62,5
В том числе:						
Пырей ползучий (стеблей)	128	107	82,8	79,4	0	0
Польнь обыкновенная	38	102	100	100	100	100
Дрема белая	21	22	76,2	90,9	28,6	18,2
Вьюнок полевой	20	38	10,0	28,9	100	100
Щавель конский	17	273	100	100	52,9	56,8
Одуванчик лекарственный	5	103	100	100	100	100
Однолетние, всего	381	313	93,5	99,2	97,8	98,1
В том числе:						
Ясколка обыкновенная	136	58	100	100	100	100
Мятлик однолетний	121	21	100	100	100	100
Мелколепестник канадский	33	12	100	100	100	100
Звездчатка средняя	22	19	100	100	100	100
Трехреберник непахучий	20	93	100	100	100	100
Фиалка полевая	16	23	100	100	80,0	83,3
Пастушья сумка	15	17	100	100	100	100
Вероника полевая	12	12	75,0	95,8	100	100
Герань круглолистная	6	58	66,7	96,6	100	100
Всего	610	958	85,8	91,2	81,7	80,3

Заключение. Установлено, что внесение рано весной до начала вегетации аронии черноплодной гербицида Террсан, ВДГ (750 г/кг сульфометурон-метила кислоты) в норме расхода 30 г/га позволяет содержать прикустовые полосы практически в чистом от сорняков состоянии в течение 60 дней (рисунки 1, 2). Биологическая эффективность Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л) в норме расхода 0,6 л/га против многолетних сорняков составила 62,0–65,0 %, а против однолетних достигала 98,0 %. Отрицательного действия препаратов на культуру не отмечено.



Рисунок 1 - Прикустовая полоса аронии черноплодной через 60 дней после внесения гербицида Террсан, ВДГ



Рисунок 2 - Участок аронии черноплодной без внесения гербицида

Список литературы

1. Алиев, Т. Г-Г. Система применения гербицидов в плодово-ягодных насаждениях Центрально-черноземной зоны / Т. Г-Г. Алиев // Научно-обоснов. технол. хим. метода борьбы с сорняками в растениеводстве РФ. – Галичино, 2001 – С. 231–242.
2. Брукиш, Т. П. Агробиологическое обоснование защиты яблоневое сада интенсивного типа и питомника от сорных растений: автореф. дис. ...канд. с.-х.: 06.01.11 / Т.П. Брукиш; РУП «Ин-т защиты растений» – д. Прилуки, Минский р-н, 2004. – 19 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Захаренко, В. А. Фитосанитарный щит для продовольствия России / В. А. Захаренко // под ред. К. В. Новожилова, Москва – СПб, 1998. – 366 с.
5. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2017. – 687 с.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; сост. С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного. – 2007. – 58 с.

R.V. Supranovich, N.A. Svirskaya

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

ON POSSIBILITY OF RED CHOKEBERRY PLANTATIONS PROTECTION AGAINST WEED VEGETATION WITH THE HELP OF HERBICIDES

Annotation. The results of studying the possibility of using the herbicides Terrsan, WDG and Sencor Ultra, SC to protect red chokeberry plantations against weeds are presented. It is determined that the application of the preparation Terrsan, WDG (750 g/kg of sulfometuron-methyl acid) in early spring before the beginning of the crop growing season at the rate of application 30 g/ha makes it possible to keep the bush side stripes practically free from weeds for 60 days. The biological efficiency of Sencor Ultra, SC (metribuzin, 600 g/l) at the rate of application 0,6 l/ha against perennial weeds has made 62,0–65,0 %, and against annual weeds has reached 98,0 %. The negative effect of the preparations on the crop has not been observed.

Key words: black chokeberry, weeds, herbicides, biological effectiveness.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЕТРИНА В ПОСЕВАХ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ (*SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN.)

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

Аннотация. Гербициды на основе действующего вещества прометрин (700 г/л) – Гезагард, КС, Прометрекс Фло, КС и Гамбит, СК (1,5–2,0 л/га) при внесении после посева до появления всходов расторопши пятнистой обладают высокой биологической эффективностью против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Применение гербицидов почвенного действия было наиболее эффективно в условиях влажной погоды. Падалица рапса, пастушья сумка, галинсога мелкоцветная, торица полевая при внесении гербицидов погибали на 90–100 %; трехребенник непахучий, ярутка полевая, марь белая, звездчатка средняя – на 80–90 %; горец шероховатый и вьюнковый – на 70–80 %; просо куриное и фиалка полевая – на 60–80 % в зависимости от нормы расхода и погодных условий.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, сорные растения, гербициды, прометрин.

Введение. Родина расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.), сем. Asteraceae, – южная атлантическая Европа; культура широко распространена в Центральной Европе, Центральной и Западной Азии, Северной Африке. Растение было перенесено в Северную Америку Европейскими колонистами в 19 веке и сейчас прижилось в Соединенных Штатах и Южной Америке, Австралии и Китае [9]. В Европе ее возделывают в Польше, Чехии, Словакии, Болгарии [12]. В России – в южных регионах европейской части, на Кавказе, на юге Западной Сибири [5]; в Беларуси ее площадь составляет 20–30 га. Расторопша часто является трудноискоренимым сорным растением [13, 15, 16].

В качестве растительного лекарственного сырья используют зрелые плоды расторопши пятнистой, из которых получают экстракты и концентрированные вытяжки фракций флавоноидов (силимарин). Сухие плоды могут содержать от 2 до 3 % флаволигнанов. Преобладающими флаволигнанами, содержащимися в силимарине являются силибинин, силикристин, силидианин [5]. По данным В. А. Куркина отмечено, что содержание биологически активных веществ в плодах расторопши

пятнистой может колебаться в зависимости от условий произрастания растения: климата, влажности, текстуры почвы, а также от техники культивирования, использования удобрений или гербицидов [1, 2].

Комплексная переработка плодов расторопши позволяет безотходно использовать сырье: шрот – в качестве пищевой добавки в животноводстве, масло и силимарин широко используется в медицине и фармацевтической промышленности [7]. Эффективное фармакологическое применение расторопши – гепатопротекторное действие, она проявляет противовоспалительную и антиоксидантную активность, токсическую блокаду, усиливая синтез белка. Ее применяют при алкогольных заболеваниях печени, вирусных гепатитах, циррозе, токсических и лекарственных заболеваниях печени и др. [9].

В Беларуси расторопша пятнистая может терять при ширине междурядий 45 см от 26,2–35,9 % урожая при произрастании сорняков в посевах 40–50 дней и до 46,6–62,1 % при длительности вегетации 60–70 дней; в более узких междурядьях (15 см) потери ниже – 21,1–31,7 и 44,7–53,7 %. Поскольку прополка посевов должна быть выполнена до фазы розетки–стеблевания культуры, большое значение для расторопши пятнистой приобретают гербициды почвенного действия, внесение которых обеспечивает чистоту посевов на самых ранних этапах развития культуры [8].

В России высокую биологическую активность в посевах расторопши пятнистой показали гербициды на основе трифлуралина при внесении непосредственно перед посевом семян с заделкой в почву. Засоренность посевов расторопши через 20–50 дней после обработки снижалась на 66–80 %, что позволило сократить до минимума ручные прополки. При сохранении качества сырья урожайность плодов расторопши превышала вариант без обработки на 12–14 % [5].

При внесении гербицидов в Болгарии и Греции урожай семян расторопши увеличивался при внесении метрибузина и пендиметалина [11, 17], а также баковых смесей метрибузин + пендиметалин и трифлуралин + линурон [17]. В Болгарии высокоэффективными в период вегетации были линурон, метрибузин, метазахлор, флуоксипир, трибенурон-метил+тифенсульфуронметил в баковой смеси с хизалофоп-П-этилом, а также почвенные гербициды оксидиаргил, хлорсульфурон и пендиметалин с обработкой хизалофоп-П-этилом в период вегетации [10].

В Чехии в период вегетации расторопши рекомендуются для применения граминициды – хизалофоп-П-этил и галоксифоп-Р-метил [14].

Вопросам изучения биологической эффективности применения гербицидов на основе прометрина в посевах расторопши пятнистой посвящены наши исследования.

Методика проведения исследований. Исследования по изучению эффективности гербицидов в борьбе с сорняками в посевах рапсоропши пятнистой проводили в соответствии с общепринятыми методиками на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) в 2008–2015 гг. [3, 4, 6]. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Изучение эффективности влияния гербицидов на основе прометрина (Гезагарт, КС, Прометрекс флор, КС и Гамбит, КС) проводилось нами в физической норме расхода препаратов 1,5–2 л/га. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto».

Количественно-весовой учет эффективности гербицидов проводили через два месяца после внесения препаратов. При обработке результатов использовалась компьютерная программа Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. На протяжении семи лет закладки полевых опытов было получено достаточно много данных по воздействию прометринсодержащих гербицидов (Гезагарт, КС, Прометрекс Флор, КС и Гамбит, КС) на сорные растения в посевах рапсоропши пятнистой.

По данным количественно-весаового учета, выполненного через два месяца после обработки, высокую эффективность по численности в норме 1,5 л/га показали гербициды против пастушьей сумки (84,4–100 %), падалицы рапса (84,0–100 %), галинсоги мелкоцветной (83,0–92,0 %), мари белой (55,0–100 %) и торицы полевой (72,0–100 %). Несколько ниже была эффективность против трехреберника непахучего (50,0–100 %), горца шероховатого (66,7–100 %) и звездчатки средней (46,0–100 %). Недостаточно эффективно препараты подавляли горец вьюнковый (28,0–100 %), фиалку полевую (46,0–84,0 %), просо куриное (39,1–70,2 %) и веронику полевую (14,3–71,4 %). Воздействия на подмаренник цепкий гербициды не оказывали (таблица 1).

Снижение массы сорных растений является наиболее устойчивым показателем эффективности гербицидов, поскольку часть сорняков не всходит, их развитие при проведении обработки проходит более медленно, растения плохо растут и развиваются.

В норме 1,5 л/га масса падалицы рапса снижалась на 86,0–100 %, галинсоги мелкоцветной – на 85,0–100 %, торицы полевой – на 75,0–100 %. Снижение массы трехреберника непахучего составило 66,7–100 %, мари белой – 62,0–100 %, пастушьей сумки – 70,1–100 %, ярутки полевой – 60,0–100 %. Звездчатка средняя усыхала на 50,0–100 %. Масса фиалки полевой угнеталась на 50,0–85,0 %, горца вьюнкового – 38,0–100 %, горца шероховатого – 30,7–100 %, вероники полевой – 28,6–92,9 %, проса куриного – 42,9–75,0 % (таблица 2).

Таблица 1 – Эффективность гербицидов на основе прометрина (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Сорное растение	Биологическая эффективность по снижению численности, %												
	Гезагарт, КС									Прометрекс Фло, КС			
	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2014	2015	Средние данные
Норма внесения гербицида – 1,5 л/га													
Вероника полевая						57,1			14,3		71,4		47,6
Галинсога мелкоцветная			92,0	83,0									87,5
Горец вьюнковый	28,0		35,0	50,0	100	69,2		100	76,9		76,9		67,0
Горец шероховатый						92,3	66,7		84,6	66,7	100	66,7	79,5
Звездчатка средняя	80,0	100	46,0			76,9	75,0		80,8	62,5	92,3	75,0	76,5
Марь белая	59,9	100	55,0	86,0	100	86,2	68,8	100	94,8	81,3	99,1	62,5	82,8
Пастушья сумка		92,2			100	84,4		100	91,1		93,3		93,5
Подмаренник цепкий	+	+	+		+			+					нараста- ние
Просо куриное		41,0			39,1	54,3		70,2	68,2		57,1		55,0
Ряпс (падалица)			84,0	89,0			100			100		100	94,6
Торича полевая			75,0	72,0		100,0			100		100		89,4
Трехреберник непахучий	50,0	96,9	65,0	95,0		75,0			100		75,0		79,6
Финалка полевая			84,0	46,0									65,0
Ярутка полевая			58,0	62,4		100			100		100		84,1

«+» – нарастание численности.

В норме 2 л/га влияние гербицидов проявилось в их большей активности: действие на пастушью сумку отмечено на 91,1–100 %, падалицу рапса – 85,0–100 %, галинсогу мелкоцветную – 92,0–96,0 %, трехреберник непахучий – 70,0–100 %, торицу полевую – 80,0–100 %. Достаточно эффективно работал гербицид на ярутку полевую (65,0–100 %), звездчатку среднюю (52,0–100 %), марь белую (64,0–100 %) и горец шероховатый (66,7–92,3 %). Невысокой была эффективность по отношению к горцу выюнковому – 38,0–100 %. Действие на такие виды как фиалка полевая, просо куриное и вероника полевая находилось соответственно на уровне 50,0–85,0 %, 42,9–81,1 % и 42,9–85,7 %. Влияния на подмаренник не отмечено (таблица 3).

Масса сорных растений снижалась при 2 л/га для трехреберника непахучего на 85,0–100 %, галинсоги мелкоцветной – 93,0–100 %, падалицы рапса – 88,0–100 %, пастушьей сумки – 76,1–100 %, торицы полевой – 80,0–100 %, ярутки полевой – 78,0–100 %, мари белой – 68,0–100 %. Угнетение звездчатки средней составило 55,0–100 %, горца выюнкового – 39,4–100 %. Масса горца шероховатого снижалась на 42,3–95,9 %, фиалки полевой – 60,0–86,0 %. Наиболее устойчивыми были просо куриное (56,9–75,0 %) и вероника полевая (28,6–92,9 %) (таблица 4).

Хотелось бы отметить, что для большинства сорных растений при внесении гербицидов отмечались колебания по эффективности (от 30 до 100 %). С одной стороны это связано с невысокой нормой расхода прометринсодержащих препаратов (1,5–2 л/га в физическом весе гербицида), поскольку более высокая эффективность для данных препаратов проявляется в нормах 3–4 л/га, которые применяются на картофеле, горохе, люпине и других культурах. С другой стороны, отмечено, что чем выше численность и масса сорных растений на участке, тем более точные результаты в опыте можно получить при проведении учета.

Кроме того, на эффективность гербицидов почвенного действия оказывают влияние многие другие факторы. Следует учитывать, что гербициды вносили в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с содержанием гумуса 2,1–2,3 % (аг. Прилуки). В таких условиях некоторая часть действующего вещества гербицида быстро связывается гумусом и структурой почвы, поэтому на песчаных и супесчаных почвах с небольшим количеством гумуса почвенные гербициды на основе прометрина можно использовать в минимально зарегистрированных нормах расхода.

При внесении гербицидов по поверхности почвы, она должна иметь умеренно высокую влажность – только в этих условиях препарат может начать действовать. Большое влияние оказывает температура

Таблица 2 – Эффективность гербицидов на основе прометрина (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Сорное растение	Биологическая эффективность по снижению массы, %													
	Гезагарт, КС							Прометрекс Фло, КС						
	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2014	2015	2013	2015	2014	2015	Средние данные
Норма внесения гербицида – 1,5 л/га														
Вероника полевая						28,6		92,9				57,1		59,5
Галинсога мелкоцветная			100	85,0										92,5
Горец вьюнковый	42,9		38,0	60,0	100	59,6		61,5		100		57,8		65,0
Горец шероховатый						84,9	30,7	86,3			31,6	100	43,9	62,9
Звездчатка средняя	82,0	100	50,0			90,0	58,8	89,4			70,6	98,9	61,8	77,9
Марь белая	71,5	100	62,0	88,0	100	87,9	70,6	94,5	100	72,9	98,5	85,7		86,0
Пастушья сумка		73,9			100	70,1		76,6	100		95,1			86,0
Подмаренник цепкий	+	+	+		+					+				нараста- ние
Просо куриное		42,9			53,0	58,0		70,0	54,3			75,0		58,9
Ряпис (падалица)			86,0	91,0			100				100		100	95,4
Торича полевая			78,0	75,0		100		100				100		90,6
Трехреберник непахучий	66,7	99,9	75,0	96,0		79,3		100				88,8		86,5
Физалка полевая			85,0	50,0										67,5
Ярутка полевая			60,0	65,4		100		100				100		85,1

«+» – нарастание массы.

Таблица 3 – Эффективность гербицидов на основе прометрина (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Сорное растение	Биологическая эффективность по снижению численности, %											
	Гезагард, КС						Прометрекс Фло, КС					
	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2014	2015
Норма внесения гербицида – 2,0 л/га												
Вероника полевая						42,9			85,7		57,1	
Галинсога мелкоцветная			96,0	92,0								61,9
Горец вьюнковый	33,3		38,0	60,0	100	84,6		100	84,6		84,6	94,0
Горец шероховатый						92,3	66,7		84,6	66,7	92,3	73,1
Звездчатка средняя	85,0	100	52,0			100,0	75,0		96,2	100,0	92,3	81,0
Марь белая	65,1	100	64,0	88,0	100	94,8	71,9	100	98,3	93,8	100,0	87,6
Пастушья сумка		100			100	91,1		100	97,8		95,6	87,1
Подмаренник цепкий	+	+	+		+			+				97,4
Просо куриное		42,9			81,1	61,0		71,4	72,0		71,4	нараста- ние
Рис (падалица)			85,0	90,0			100			100		66,6
Торница полевая			80,0	82,0		100			100		100	95,0
Трехреберник непахучий	100	92,0	70,0	98,0		91,7			100		100	92,4
Финкал полевая			85,0	50,0								93,1
Ярутка полевая			65,0	75,0		100			100			67,5
											100	88,0

«+» – нарастание численности.

Таблица 4 – Эффективность гербицидов на основе прометрина (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений)

Сорное растение	Биологическая эффективность по снижению массы, %											
	Гезагарт, КС						Прометрекс Флю, КС					
	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2014	2015	2013	2014	2015
Норма внесения гербицида – 2,0 л/га												
Вероника полевая						28,6		92,9			57,1	59,5
Галинсога мелкоцветная			100	93,0								96,5
Горец вьюнковый	71,4		39,4	63,6	100	92,7		87,2	100		85,3	80,0
Горец шероховатый						86,3	42,3	84,9			95,9	88,2
Звездчатка средняя	86,0	100	55,0			100	91,2	98,9			99,2	89,3
Марь белая	72,9	100	68,0	90,0	100	98,4	83,0	99,1	100	81,6	100,0	90,1
Пастушья сумка		100			100	76,1		99,5	100		97,3	95,5
Подмаренник цепкий	+	+	+		+				+			нараста- ние
Просо куриное		61,9			67,4	62,0		74,0	56,9		75,0	66,2
Рис (падалица)			88,0	93,0			100		100			100
Торика полевая			80,0	83,0		100		100			100	92,6
Трехреберник непахучий	100	99,6	85,0	99,0		99,6		100			100	97,6
Фиалка полевая			86,0	60,0								73,0
Ярутка полевая			78,0	78,4		100		100				100

«+» – нарастание массы.

окружающей среды – чем теплее и мягче весна и начало лета, тем выше эффективность гербицида; при низких температурах и отсутствии осадков гибель сорняков от гербицида значительно меньше. В условиях высокой температуры почвенные гербициды остаются на поверхности почвы, и семена сорных растений начинают давать ростки ниже этого уровня. Если осадки не появятся и верхний слой почвы останется сухим, гербицид не будет активным, следовательно, сорняки будут продолжать расти. Для прометринов более благоприятны умеренные осадки, чем избыточная влага в почве, когда гербицид промывается в ее нижние слои.

В норме 1,5–2 л/га средняя биологическая эффективность (на уровне 80–95 %) проявилась в отношении падалицы рапса (94,6–95,0 %), пастушьей сумки (93,5–97,4 %), торицы полевой (89,4–92,4 %), галинсоги мелкоцветной (87,5–94,0 %) и трехреберника непахучего (79,6–93,1 %); на уровне 80–90 % – ярутки полевой (84,1–88,0 %), мари белой (82,8–87,1 %), 75–90 % – звездчатки средней (76,5–87,6 %) и горца шероховатого (79,5–81,0 %); 60–70 % – горца вьюнкового (67,0–73,1 %) и фиалки полевой (65,0–67,5 %); не очень высокой (45–70 %) оказалась чувствительность гербицида к просу куриному (55,0–66,6 %) и веронике полевой (47,6–61,9 %). На подмаренник цепкий гербицидное действие не отмечено.

При применении прометринов в норме 1,5 л/га средняя эффективность по массе (выше 90 %) проявилась в отношении падалицы рапса (95,4 %), галинсоги мелкоцветной (92,5 %) и торицы полевой (90,6 %); 80–90 % – трехреберника непахучего (86,5 %), ярутки полевой (85,1 %), пастушьей сумки (80,6 %) и мари белой (80,6 %); 70–80 % – звездчатки средней (77,9 %); 60–70 % – фиалки полевой (73,0 %), горца вьюнкового (65,0 %) и шероховатого (62,9 %); 50–60 % – вероники полевой (59,5 %) и проса куриного (58,9 %).

В норме 2 л/га средняя биологическая эффективность (по массе на уровне выше 95 %) была отмечена к трехребернику непахучему (97,6 %), галинсоге мелкоцветной (96,5 %) и падалице рапса (96,2 %); на уровне 90–95 % была эффективность по отношению к торице полевой (92,6 %), ярутке полевой (91,3 %), пастушьей сумке (90,1 %), мари белой (90,1 %); 80–90 % – звездчатке средней (89,3 %) и горцу вьюнковому (80,0 %); 70–80 % – горцу шероховатому (76,4 %) и фиалке полевой (73,0 %); 60–70 % – просу куриному (66,2 %); 50–60 % – веронике полевой (59,5 %).

В целом по чувствительности к прометринам в норме 1,5–2 л/га сорные растения можно расположить следующим образом: 80–95 % –

падалица рапса, пастушья сумка, галинсога мелкоцветная, торица полевая; 80–90 % – трехреберник непахучий, ярутка полевая, марь белая, звездчатка средняя; 70–80 % – горец шероховатый и выюнковый; 60–70 % – фиалка полевая, просо куриное и вероника полевая.

Заключение. Гербициды на основе действующего вещества прометрин (700 г/л) – Гезагард, КС, Прометрекс Фло, КС и Гамбит, СК (1,5–2,0 л/га) при внесении после посева до появления всходов расторопши пятнистой обладают высокой биологической эффективностью против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Применение гербицидов почвенного действия было наиболее эффективно в условиях влажной погоды. Падалица рапса, пастушья сумка, галинсога мелкоцветная, торица полевая при внесении гербицидов погибали на 90–100 %; трехреберник непахучий, ярутка полевая, марь белая, звездчатка средняя – на 80–90 %; горец шероховатый и выюнковый – на 70–80 %; просо куриное и фиалка полевая – на 60–80 % в зависимости от нормы расхода и погодных условий.

Список литературы

1. Куркин, В. А. Фармакогнозия: учеб. для студ. фармацевтических вузов. / В. А. Куркин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2007. – 1239 с.
2. Куркин, В. А. Расторопша пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) / В. А. Куркин // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Том 37, № 4. – С. 27–41.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж, 2007. – 58 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Минсельхоз России, ГНУ «Всероссийский НИИ защиты растений»; ред. В. И. Долженко; сост. А. А. Петунова [и др.]. – СПб, 2013. – 280 с.
5. Пименов, К. С. Физиологические основы промышленной технологии культивирования расторопши пятнистой в Среднем Поволжье: монография / К. С. Пименов. – М., 2002. – 111 с.
6. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами / сост. А. А. Хотин [и др.]; под ред. А. И. Брыкина // Лекарственное растениеводство. – Обзорная информ. – М.: Минмедпром, 1981. – Вып. 1 – 60 с.
7. Щекатихина, А. С. Получение биологически активных веществ из семян расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.)) / А. С. Щекатихина, Т. М. Власова, В. П. Курченко // Труды БГУ. Серия: физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем: научный журнал. – 2008. – Т. 3, ч. 1. – С. 202–209.
8. Якимович, Е. А. Защита лекарственных, пряно-ароматических и медоносных растений от сорной растительности: монография / Е. А. Якимович. – РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колоград, 2018. – 272 с.
9. A Review on Pharmacological, Cultivation and Biotechnology Aspects of Milk Thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) / N. Qavami [et al.] // Journal of Medicinal Plants. – 2013. – Vol 12 (47). – P. 19–37.
10. Delchev, G. Efficacy of new herbicides and herbicide combinations on milk thistle (*Silybum marianum* Gaertn.) / G. Delchev, T. Barakova // VIII International Scientific Agriculture

Symposium,” Agrosym 2017”: book of Proceedings, Jahorina, 5–8 Oct. 2017. –University of East Sarajevo: Faculty of Agriculture. – P. 1564–1569.

11. Karkanis, A. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed / A. Karkanis, D. Bilalis, A. Efthimiadou // Industrial Crops & Products. – 2011. – Vol. 34, Issue 1. – P. 825–830.

12. Martinelli, T. Phenological growth stages of *Silybum marianum* according to the extended BBCH scale / T. Martinelli [et al.] // Annals of Applied Biology. – 2015. – Vol. 166 (1). – P. 53–66.

13. Týr, Š. Weed infestation in the stand of milk thistle and infestation in sustainable crop rotation / Š. Týr // Acta fytotechnica et zootechnica. – 2015. – Vol. 18 (4). – P. 90–94.

14. Vagnerova L. Herbicide protection of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) stands / L. Vagnerova, M. Pluhackova, A. Vaculik // MendelNet2017: Proceedings of 24th International PhD Student Conference, Brno, Czech Republic, 8–9 Nov. 2017. – Brno, 2017. – P. 146–151.

15. Vagnerova, L. The elimination of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in a subsequent crop / L. Vagnerova, H. Pluhackova, A. Vaculik // MendelNet 2017: proceedings of 24th International PhD Students Conference, Brno, Czech, 8–9 November 2017 / Mendel University in Brno; ed. R. Cerkal [et al.]. – Brno, 2017. – P. 152–157.

16. Vereš, T. Milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) as a weed in sustainable crop rotation / T. Vereš, Š. Týr // Research Journal of Agricultural Science. – 2012. – Vol. 44 (2). – P. 188–122.

17. Zheljazkov, V. D. Herbicides for Weed Control in Blessed Thistle (*Silybum Marianum*) / V. D. Zheljazkov, I. Zhalnov, N. Nedkov // Weed Technol. – 2006. – Vol. 20, № 4. – P. 1030–1034.

E.A. Yakimovich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

BIOLOGICAL EFFICIENCY OF HERBICIDES BASED ON PROMETRYN IN MILK THISTLE CROPS (*SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN.)

Annotation. Herbicides based on the active ingredient prometryn (700 g/l) – Gezagard, SC, Prometrex Flo, SC and Gambit, SC (1.5–2.0 l/ha) with the application after sowing before milk thistle seedlings emergence have a high biological effectiveness against annual dicotyledonous and grass weeds. The application of soil herbicides has been the most effective under wet weather conditions. Volunteer rape, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga parviflora*, *Spergula arvensis* have died for 90–100 %; *Matricaria perforate*, *Thlaspi arvense*, *Chenopodium album*, *Stellaria media* – for 80–90 %; *Polygonum scabrum* and *Polygonum convolvulus* – for 70–80 %; *Echinochloa crus-galli* and *Viola arvensis* – for 60–80 % depending on the rate of application and weather conditions.

Key words: milk thistle, weeds, herbicides, prometryn.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 634.11:632.421.927

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

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

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ – ГРИБА *VENTURIA INAEQUALIS* К КРЕЗОКСИМ-МЕТИЛУ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д.В.

Аннотация. Проведены исследования по оценке чувствительности гриба *V. inaequalis* к препарату крезоксим-метилу из группы стробилуринов методом проращивания конидий и молекулярно-генетическим методом (детекция мутации G143A). Выявлено снижение чувствительности возбудителя парши яблони к крезоксим-метилу в промышленных садах с ежегодным одно-двукратным применением препаратов из группы стробилуринов в системе защиты сада. Установлено, что 4-кратное последовательное применение в саду фунгицида Строби, 500 г/кг в.г. приводит к потере чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу в 8,9 раз по сравнению с контролем. В популяциях гриба *V. inaequalis* методом PCR-RFLP выявлены изоляты с G143A мутацией, определяющей их как резистентные к крезоксим-метилу.

Ключевые слова: яблоня, парша, стробилурины, резистентность.

Введение. В последнее десятилетие в Беларуси интенсивно развивается промышленное садоводство в хозяйствах всех форм собственности. Несмотря на то, что производство плодов в республике увеличивается, средняя урожайность плодовых культур (доля яблони превышает 95 %) в сельскохозяйственных предприятиях относительно не высокая – 41,6 ц/га [3]. Основными факторами, лимитирующими получение высоких урожаев, являются болезни, из которых доминирующая роль принадлежит парше яблони (возбудитель болезни – гриб *Venturia inaequalis* Wint.) [16]. Развитие болезни на восприимчивых сортах за последние десять лет почти ежегодно достигает эпифитотии, что приводит к потере общего урожая до 60 % и снижению выхода первосортной продукции до 90 % [2]. В последние годы в насаждениях яблони фитосанитарная ситуация ухудшается за счет появления новых агрессивных

рас возбудителя парши, поражающих сорта с *Rvi* генами устойчивости [1]. В связи с этим, защита от парши требует проведения большого количества фунгицидных обработок, что приводит к потере эффективности препаратов, а у фитопатогена – развитию резистентности.

Проблема резистентности гриба *V. inaequalis* в саду обострилась после широкого внедрения в практику системных фунгицидов с избирательным механизмом действия, так как подавляются чувствительные формы популяции, и выживают устойчивые штаммы фитопатогена, которые обладают примерно равной патогенностью с исходными природными формами [10].

Появление резистентных форм гриба *V. inaequalis* впервые было отмечено после регистрации и широкого распространения препарата Додин из группы гуанидинов [9]. После применения системных препаратов из класса бензимидазолов уже через 2 года было зафиксировано появление устойчивых форм гриба к действующим веществам беномил и тиофанат-метил [15]. В настоящее время по данным FRAC данные фунгициды относятся к группе с высоким риском резистентности с уже установленной к ним устойчивостью у ряда фитопатогенов плодовых культур – *V. inaequalis*, *Monilinia fructicola*, *Neofabraea* spp. [5, 7].

К группе с высоким фактором резистентности также относятся фунгициды из класса стробилуринов. В работах европейских и американских исследователей отмечается о снижении биологической эффективности препаратов данной группы, при этом уже после 4-х лет активного их применения отмечено появление устойчивых штаммов гриба *V. inaequalis* [5, 6, 8, 12].

Доказано, что развитие резистентности у грибов определяется сочетанием, как биологических, так и генетических факторов [19]. В настоящее время установлено, что высокая степень устойчивости фитопатогенов к стробилуринам обусловлена точковой мутацией G143A аллеля в части молекулы цитохрома b, которая определяет связывание этого фермента с фунгицидами [4, 13, 14].

В условиях Беларуси в 2000-2006 гг. проводились исследования по изучению чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу, в которых было доказано о прогрессирующей потере чувствительности к данному препарату, однако оценка с помощью молекулярных методов не проводилась [11].

В настоящее время в республике для защиты яблони от парши решено к применению 5 фунгицидов из группы стробилуринов, из них 2 – монокомпонентные, 3 – двухкомпонентные и 1 – трехкомпонентный.

В связи с этим оценка чувствительности возбудителя парши яблони к крезоксим-метилу из группы стробилуринов различными методами является актуальной.

Материалы и методика проведения исследований. Маршрутные обследования с целью отбора биологического материала проводились в промышленных садах и коллекционных насаждениях республики Гродненской и Минской областей.

Изучение чувствительности методом проращивания конидий гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу проводили по методике FRAC [18]. Образцы пораженных паршой листьев и плодов (30-50 штук) отбирали в мае-июне из каждого сада отдельно. Из отобранных образцов вырезали 40-60 дисков с пятнами парши, которые помещали в колбу с 50 мл стерильной дистиллированной воды. После тщательного перемешивания суспензию отфильтровывали и разводили до конечной концентрации 5×10^5 спор/мл. Фунгицид предварительно растворяли в стерильной дистиллированной воде, затем добавляли в колбы с 2 %-м водным агаром, предварительно охлажденным до 45 °С. Гомогенизированную питательную среду разливали в чашки Петри d=60 мм. Финальная концентрация крезоксим-метила составила: 0; 2; 10; 50; 100 мкг/мл. Через 24 часа в чашки Петри с разными концентрациями фунгицидов помещали 10 мкл свежеприготовленной суспензии конидий гриба *V. inaequalis* и инкубировали при температуре 20 °С в термостате. Через 24 часа после инокуляции подсчитывали количество проросших спор из 100 просмотренных в 4-кратной повторности.

Исследования по выявлению у изолятов гриба *V. inaequalis* G143A мутации в цитохроме b, отвечающей за устойчивость патогена к Qo-Inhibitors (стробилуринам), проводили с применением молекулярно-генетических методов (PCR-RFLP) согласно методике FRAC [17].

Выделение ДНК гриба осуществляли с использованием коммерческого набора Jena Bioscience согласно инструкции производителя. Амплификацию фрагмента гена *cyt b* проводили в финальном объеме реакционной смеси 100 мкл, содержащей 1X ПЦР-буфер, 200 μ M каждого dNTP, 1,5 mM $MgCl_2$, 0,5 μ M каждого праймера (ANK 10 5'CTGTTGTTAGGCTCTTCAATG 3', ANK 283 5'CTGTAGTTGAAAGGCTATTAG 3, 0,25 U Taq-полимеразы, 5 мкл ДНК. PCR-анализ проводили в термоциклере Mastercycler Eppendorf по следующей программе: предварительная денатурация – 3 мин при 94°C, далее 35 циклов по 45 с при 95 °C, 30 с при 58 °C, 90 с при 72 °C, и финальная элонгация – 10 мин при 72 °C. Для рестрикционного анализа ПЦР-продукт очищали с использованием набора для очистки ДНК и растворяли в 20 мкл элюирующего буфера. Дальнейшее растворение продукта проводили в финальном объеме смеси 30 мкл, содержащем 10 мкл очищенного ПЦР-продукта, 0,5 мкл рестриктазы *TseI*, 3 мкл соответствующего буфера и 16,5 мкл стерильной дистиллированной

воды. Полученную смесь инкубировали при 65 °С в течение 2 часов до полного растворения. Разделение продуктов амплификации проводили в 2 %-ном агарозном геле, окрашенном бромистым этидием. После электрофореза гель анализировали при помощи трансиллюминатора и видеосистемы (Vilber Lourmat) с программным обеспечением Visioncart по количеству и размеру продуктов:

- 1 фрагмент (размер 413 bp): чувствительный (дикий тип);
- 2 фрагмента (размер 112 bp и 301 bp): резистентный (G143A);
- 3 фрагмента (размер 112 bp, 301 bp и 413 bp): смесь чувствительного (дикий тип) и резистентного (G143A).

Результаты и их обсуждение. В результате оценки чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу методом проросших конидий установлено, что в садах, где препарат из этой группы в системе защиты сада применяют до 2-х раз ежегодно, количество проросших конидий патогена в максимальной концентрации (100 мкг/мл) составляет 71,3 – 82,3 %, что соответствует контрольным показателям 78,7–90 % (таблица 1).

Таблица 1 – Чувствительность конидий гриба *V. inaequalis*, выделенных из садов с различным уровнем пестицидной нагрузки, к крезоксим-метилу (лабораторный опыт, 2019 г.)

Место отбора образцов	Количество проросших конидий, % на среде	
	с крезоксим-метилом, 100 мкг/мл	без крезоксим-метила (контроль)
<i>Ежегодное одно-двукратное применение стробилурина в системе защиты</i>		
СПК имени Деньщикова, Гродненский р-н	82,0	85,4
СПК имени И.П. Сенько, Гродненский р-н	76,5	83,5
ПК имени В.И. Кремко, Гродненский р-н	82,3	87,5
СПК «Прогресс-Вертелишки», Гродненский р-н	83,0	90,0
КСУП «Племзавод-Россь», Волковысский р-н	71,3	78,7
<i>Без применения стробилурина в течение 3 лет</i>		
СХФ «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский», Дзержинский р-н	18,5	88,3
РУЭОСХП «Восход», Минский р-н	3,0	83,0

В садах, где в системе защиты стробилурины не применяли 2 и более года, конидии *V. inaequalis* при максимальной концентрации препарата прорастали только на 3,0 – 18,5 %.

В результате оценки влияния количества обработок крезоксим-метила в течение вегетационного периода на устойчивость возбудителя

парши яблони на стационарных участках в РУЭОСХП «Восход» проводили последовательные 4-кратные обработки препаратом Строби, 500 г/кг, в.г. (0,2 кг/га). Анализ полученных данных показал, что количество проросших конидий патогена при концентрации 100 мкг/мл, применяемой в саду, составило 24,9 %, что 9 раз выше по сравнению с контролем (таблица 2).

Таблица 2 – Чувствительность конидий гриба *V. inaequalis*, выделенных из стационарного участка после 4-кратного применения препарата, к крезоксим-метилу (лабораторно-полевой опыт, РУЭОСХП «Восход» Минская область, сорт Белорусское сладкое, 2019 г.)

Вариант	Количество проросших конидий, % при концентрации препарата (мкг/мл)				
	0	2	10	50	100
Строби, 500 г/кг в.г. (крезоксим-метил, 500 г/кг), 0,2 кг/га – 4-кратно	75,0	24,4	21,4	26,6	24,9
Контроль (без обработок)	85,5	10,8	17,3	4,5	2,8

При этом не отмечено существенных различий в ингибировании прорастания конидий, как при низкой концентрации препарата (2,0 мкг/мл), так и высокой (50-100 мкг/мл). В то же время в контрольном варианте без обработки препаратом отмечена тенденция снижения количества прорастающих конидий при увеличении концентрации фунгицида – при максимальной концентрации крезоксим - метила количество прорастающих конидий патогена не превышало 2,8 %.

В результате молекулярно-генетического определения G143A мутации в цитохроме b, отвечающей за устойчивость к Qo-Inhibitors (стробилуринам), у 5 изолятов гриба, установлено, что резистентными (G143A положительными) являются изоляты, выделенные из садов СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района и СХФ «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Дзержинского района (рисунок).

Изолят, выделенный из стационарного участка с 4-кратным применением Строби в РУЭОСХП «Восход» (2), принадлежит к смешанному типу, а из сада отдела селекции РУП «Институт плодоводства» (1) – чувствительный («дикий тип»).

Изоляты, выделенные из сада СХФ «Правда-Агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский», где препараты из группы стробилуринов не применялись в течение последних 3-х лет, были отнесены как к чувствительному типу (3), так и к резистентному (6). В то же время изолят из сада СПК «Прогресс-Вертелишки» (4) показал наличие мутации и, соответственно, отнесен к резистентному.

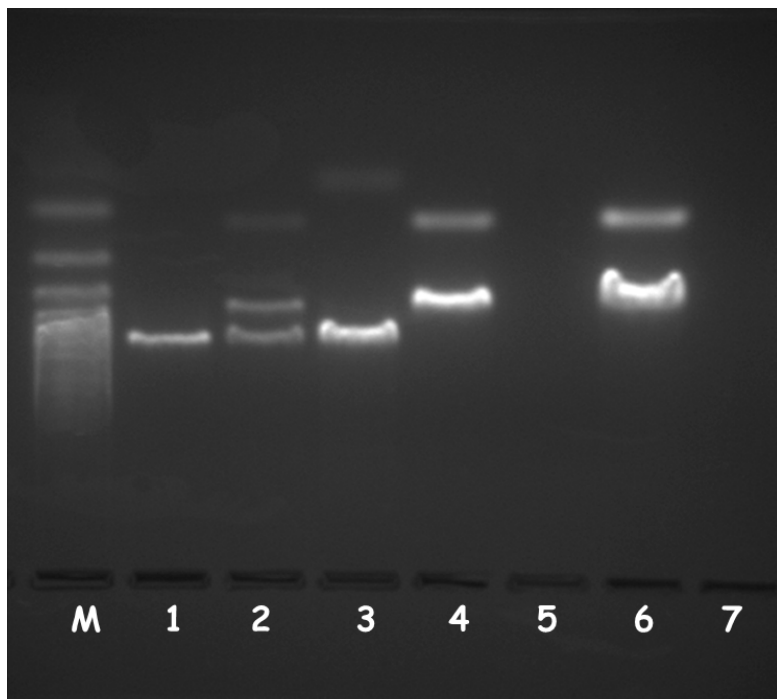


Рисунок – Разделение амплифицированных фрагментов ДНК *V. inaequalis* рестриктазой *TseI* для определения G143A мутации в цитохроме b, отвечающей за устойчивость к Qo-Inhibitors – стробилуринам (лабораторный опыт, 2019 г.)

М – маркер молекулярного веса;

1, 3 – чувствительный (дикий тип): 1 фрагмент (размер: 413 bp);

2 – смесь чувствительного (дикий тип) и резистентного (G143A): 3 фрагмента (размер: 112 bp, 301 bp и 413 bp) ;

4, 6 – резистентный (G143A): 2 фрагмента (размер: 112 bp и 301 bp).

Таким образом, в лабораторных опытах установлено значительное снижение чувствительности возбудителя парши яблони гриба *V. inaequalis* к фунгициду из группы стробилуринов с д.в. крезоксим-метил, что необходимо учитывать при разработке антирезистентной системы защиты яблони от болезней.

Закключение. В результате оценки чувствительности возбудителя парши яблони к Qo-фунгицидам методом проращивания конидий, установлено, что в садах, с ежегодным 1-2-кратным применением фунгицидов из группы стробилуринов в системе защиты сада, отмечается

значительное снижение чувствительности гриба *V. inaequalis* к крезоксим-метилу. В садах, где в системе защиты стробилюрины не применяли 3 и более года, конидии патогена при концентрации крезоксим-метила, применяемой в саду, прорастают на 3,0-18,5 %.

Установлено, что в насаждениях яблони с чувствительной к крезоксим-метилу популяцией возбудителя парши яблони последовательное четырехкратное применение фунгицида Строби, 500 г/кг в.г. привело к снижению чувствительности гриба *V. inaequalis* в 8,9 раз по сравнению с контролем. Молекулярно-генетическим методом подтверждено, что формирование смешанной популяции (чувствительный и резистентный тип) отмечается уже после 3-кратного применения препарата.

В результате PCR-RFLP анализа в обследованных насаждениях яблони подтверждено наличие, как чувствительных, так и резистентных к Qo-фунгицидам изолятов гриба *V. inaequalis*, что требует проведения дополнительных исследований по мониторингу чувствительности патогена к стробилюринам.

Полученные данные по чувствительности возбудителя парши яблони к крезоксим-метилу необходимо учитывать при разработке стратегии применения препаратов из группы стробилюринов в системе защиты яблони от болезней.

Список литературы

1. Жданов, В. В. К проблеме расоспецифической устойчивости яблони к парше / В. В. Жданов // Микология и фитопатология. – 2006. – № 40. – С. 314–317.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / НАН Беларуси; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск, 2005. – С. 435–449.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2016. – 230 с.
4. Тютюрев, С. Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С. Л. Тютюрев // Вестник защиты растений. – 2001. – № 1. – С. 38–53.
5. A rapid method to quantify fungicide sensitivity in the brown rot pathogen *Monilinia fructicola* / K. D. Cox [et al.] // Plant Dis. – 2009. – Vol. 93. – P. 328–331.
6. The strobilurin fungicides / D. W. Bartlett [et al.] // Pest Manage. Sci. – 2002. – Vol. 58. – P. 649–662.
7. Beckerman, J. L. Detection of fungicide resistance [Electronic resource]. – 2013. – Mode of access: cdn.intechopen.com. – Date of access: 15.07.2018.
8. 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.
9. Carisse, O. Apple scab: improving understanding for better management / O. Carisse, T. Jobin; Agriculture and Agri-Food Canada. – Canada, 2006. – 22 p.
10. 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.

11. Kamardzina, V. Sensitivity of *Venturia inaequalis* populations to the cresoxym-methyl / V. Kamardzina // Sodininkystė ir daržininkystė. – Baitai, 2009. – P. 93–100.
12. Kim, Y. K. Resistance to pyraclostrobin and boscalid in *B. cinerea* populations from apple in Washington State / Y. K. Kim, C. L. Xiao // Phytopathology. – 2009. – Vol. 99 – P. 62.
13. Occurrence 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.
14. 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.
15. Quello, K.L. *In situ* detection of benzimidazole resistance in field isolates of *Venturia inaequalis* in Indiana / K.L. Quello, K.S. Chapman, J.L. Beckerman // Plant Dis. – 2010. – Vol. 94, № 6. – P. 744–750.
16. Sestras, R. Response of several apple varieties to apple scab (*Venturia inaequalis*) attack in central Transylvania conditions / R. Sestras // Journal of Central European Agriculture (online). – 2003. – Vol. 4, №4. – P. 356–362.
17. VENTIN PCR-RFLP monitoring method BASF 2015 [Electronic resource] / FRAC. – Mode of access: <http://www.frac.info/monitoring-methods>. – Date of access: 10.01.2019.
18. VENTIN spore germination BASF 2006 V1 [Electronic resource] / FRAC. – Mode of access: <http://www.frac.info/monitoring-methods>. – Date of access: 10.01.2019.
19. Villani, S.M. Molecular characterization of the *sdhB* gene and baseline sensitivity to penthiopyrad, fluopiram, and benzovindiflupir in *Venturia inaequalis* / S.M. Villani, K. Ayer, K.D. Cox // Plant Dis. – 2016. – Vol. 100, № 8. – P. 1709–1716.

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

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

EVALUATION OF THE CAUSING AGENT OF APPLE SCAB- FUNGUS *VENTURIA INAEQUALIS* SENSITIVITY TO CRESOXYM-METHYL BY VARIOUS METHODS

Annotation. Studies have been carried out to assess the sensitivity of the fungus *V. inaequalis* to the preparation cresoxim-methyl from the strobilurin group by the method of conidia germination and the molecular-genetic method (detection of G143A mutation). A decrease of the apple scab causative agent sensitivity to cresoxim-methyl in the industrial gardens with the annual one-two-time application of preparations from strobilurins in the garden protection system has been revealed. It is determined that 4-fold sequential application in the garden of the fungicide Strobi, 500 g / kg w. leads to 8.9 times loss of the fungus *V. inaequalis* sensitivity to cresoxim-methyl compared to the control. In the populations of the fungus *V. inaequalis*, by PCR-RFLP method the isolates with the G143A mutation have been revealed, determining them as resistant to cresoxim-methyl.

Key words: apple tree, scab, strobilurins, resistance.

ВИДОВОЙ СОСТАВ, КУЛЬТУРАЛЬНО- МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ПРИ ХРАНЕНИИ

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

Аннотация. В статье охарактеризован видовой состав возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении в условиях Беларуси. Установлено, что в структуре фитопатогенного комплекса доминирует возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*. Описаны культурально-морфологические характеристики фитопатогенных микромицетов. Изучено влияние абиотических факторов (температуры, относительной влажности, pH) на рост возбудителей гнилей, и показан широкий адаптивный потенциал изученных фитопатогенов.

Ключевые слова: морковь столовая, хранение, возбудители болезней, культурально-морфологические характеристики, экологические особенности.

Введение. Болезни, поражающие морковь в период хранения, характеризуются высокой вредоносностью и могут значительно снижать выход товарной продукции. В результате наших исследований установлено, что потери в отдельных хозяйствах республики могут достигать 50 % [15].

Возбудителями гнилей являются микроорганизмы, хорошо приспособленные к развитию и распространению в условиях овощехранилищ и холодильных камер, где поддерживается оптимальная для хранения моркови температура. Патогены часто развиваются совместно, что усиливает патологический процесс гниения корнеплодов, вызывая смешанные гнили (мокрые и сухие) [1].

Высокая вредоносность болезней моркови столовой при хранении обуславливает детальное изучение их возбудителей как ключевых факторов патологического процесса. По данным зарубежных и отечественных авторов к числу наиболее распространенных и вредоносных микромицетов можно отнести возбудителей серой (*Botrytis cinerea* Pers.), белой (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.), черной гнилей (*Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy, *Stemphylium botryosum* Wall.), ризоктониоза (*Rhizoctonia solani* Kunn, *Rh. violacea* Ful.) [5, 10,

19–21]. Отмечают, что И. А. Элланской идентифицировано 11 видов грибов р. *Fusarium*, ассоциированных с болезнями корнеплодов моркови при хранении (*F. avenaceum*, *F. solani*, *F. sporotrichiella*, *F. javanicum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. culmorum*, *F. redolens*, *F. gibbosum*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum* var. *minus*) [11]. Питиозную гниль корнеплодов вызывают оомицеты *Pythium debaryanum* Hess. (*Globisporangium debaryanum* (R. Hesse) Uzuhashi, Tojo & Kakish [22]) и *P. ultimum*, а также как возможных возбудителей указывают *P. coloratum* либо *P. sulcatum* [4, 18]. На корнеплодах моркови, выращенной в Смоленской области, указывали в качестве возбудителя гриб *Verticillium* sp. [14]. Также на моркови столовой при хранении встречаются мокрые гнили бактериальной этиологии, которые вызывают бактерии *Erwinia carotovora* (Jones) Holland и *Xanthomonas carotae* (Kendr.) Dows [5, 10].

Большинство грибов – возбудителей болезней корнеплодов моркови – по типу питания являются факультативными паразитами. Они не обладают узкой специализацией, как правило, хорошо сохраняются на мертвом питательном субстрате, заселяют ослабленные ткани или проникают через механические повреждения, адаптируются к субстрату и могут поражать уже живые ткани [4].

В связи с тем, что в Беларуси в последние годы не проводили детальных целенаправленных исследований по изучению видового состава возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой в период хранения, целью работы было уточнение видового состава и структуры комплекса фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней корнеплодов моркови столовой при хранении – с оценкой их культурально-морфологических характеристик и экологических особенностей.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2018–2019 гг. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений». Фитопатологический материал отбирали в овощехранилищах республики.

Объектом исследований служили грибы – возбудители гнилей, выделенные из пораженных корнеплодов моркови столовой.

Выделение чистых культур возбудителей гнилей проводили согласно общепринятым в фитопатологии методикам [6, 8, 9]. Для изоляции фитопатогенов отбирали корнеплоды с признаками поражения. Поверхность пораженных корнеплодов промывали в чистой воде, затем дезинфицировали 70 %-ным этиловым спиртом и промывали дистиллированной водой. Продезинфицированные корнеплоды помещали во влажную камеру. При появлении мицелия на границе здоровой и пораженной ткани его переносили на агаризованную питательную среду.

Для изоляции микромицетов из фитопатологического материала и получения чистых культур *in vitro* использовали картофельно-глюкозный агар.

Видовой состав возбудителей, изучение морфологических и экологических особенностей выделенных изолятов патогенов определяли путем микроскопирования согласно указаниям Н. М. Пидопличко (1977), М. К. Хохрякова (1969, 1984), И. Беттхер и др. (1987), З. Кирай и др. (1974) [5–9, 12–14, 17].

Влияние температуры на рост возбудителей гнилей в чистой культуре определяли путем инкубирования грибов в камере хладотермостата в температурном диапазоне 0–35 °С. Исследования проводили в 4-кратной повторности. Диаметр колонии измеряли на 5-е сутки [6]. Влияние относительной влажности воздуха (в диапазоне 50–100 %) на рост мицелия грибов определяли в атмосфере, создающейся над насыщенным водным раствором солей при температуре 24 °С [6]. Влияние pH среды на развитие фитопатогенов выясняли путем добавления к ней расчетных количеств 10 %-ного раствора NaOH и 10 %-ного раствора HCl [6].

Статистический анализ полученных результатов осуществляли в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова (1985). Обработка экспериментальных данных по изучению экологических особенностей возбудителей выполнена в пакете прикладных программ MS Excel [3].

Результаты и обсуждение. Исследования И.С. Бутова свидетельствуют о том, что по частоте встречаемости болезней корнеплодов моркови столовой при хранении доминирует мокрая гниль, или бактериоз (возбудитель *Erwinia carotovora* (Jon.) Hol). Второе часто встречающееся заболевание – черная гниль, или альтернариоз моркови (возбудитель *Alternaria radicina* M., D. et E.). Далее следуют сухая гниль, или фомоз (возбудитель *Phoma rostrupii* Sacc.), белая гниль, или склеротиниоз (возбудитель *Sclerotinia libertiana* F.). Реже встречались корнеплоды, пораженные серой гнилью (возбудитель *Botrytis cinerea* Pers.) [2].

В ходе проведения исследований нами из пораженных тканей корнеплодов моркови столовой выделены следующие возбудители: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria radicina*, *Botrytis cinerea*, *Phoma rostrupii*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia violacea*, *Rhizoctonia carotae*. Анализ встречаемости микромицетов показал, что в структуре фитопатогенного комплекса доминирующее положение занимал возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*, который был обнаружен во всех обследованных хранилищах республики – встречаемость гриба в структуре комплекса фитопатогенов за 2 года исследований варьировала незначительно и составила от 67,3 до 72,2 % (рисунок 1, 2).

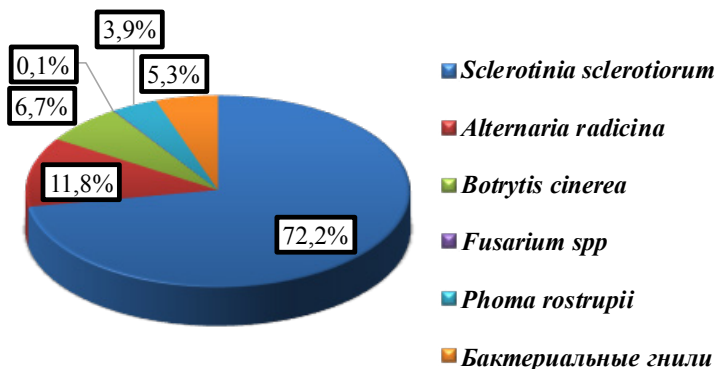


Рисунок 1 – Структура фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении (2018 г.)

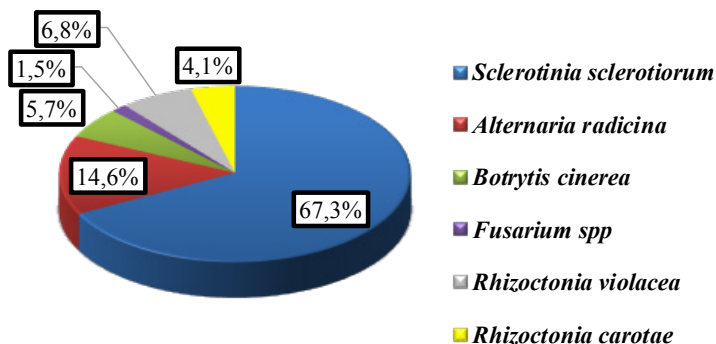


Рисунок 2 – Структура фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении (2019 г.)

Установленное нами превалирование в патогенном комплексе гриба *S. sclerotiorum* согласуется с данными Т. Е. Вахрушевой и Э. А. Власовой, указывающими, что мицелий *S. sclerotiorum* обладает относительно высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды и может сохранять жизнеспособность в овощехранилищах в течение нескольких месяцев, а присутствующая в цикле развития гриба стадия склероциев является наиболее устойчивой и длительно сохраняющейся стадией жизненного цикла фитопатогена [5].

Несмотря на то, что, по данным Е. А. Осницкой [4], болезнь может быть вызвана тремя видами грибов – *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *S. minor* Jagger и *S. intermedia* Ramsey, а Л. Т. Тиминой и И. А. Енгальчевой [16] был отмечен ранее не описанный на территории России на овощных культурах гриб *Sclerotinia nevales*, в наших исследованиях во всех образцах был выявлен только один вид – *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary. – один из наиболее вредоносных видов рода *Sclerotinia*, являющийся, к тому же, полифагом.

Изучение культурально-морфологических особенностей гриба *S. sclerotiorum* показало, что в условиях *in vitro* патоген изначально формирует рыхлый мицелий белого цвета, который на 3-и сутки покрывает всю питательную среду в чашке Петри. На 3-4-е сутки мицелий начинает уплотняться, поверхность становится войлочной, хлопьевидной. На мицелии образуется экссудат желтого цвета. На 5-е сутки культивирования на мицелии образуются уплотнения округлой формы белого цвета размером от 3-5 мм – склероции, которые позже темнеют и приобретают черную окраску (рисунок 3).



Рисунок 3 – Колония гриба *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary со сформировавшимися склероциями

Встречаемость гриба *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy, вызывающего черную, или альтернариозную гниль, находилась на уровне 11,8-14,6 %. В условиях *in vitro* отмечено, что гриб формирует колонии черного цвета с темно-серым оттенком. Гифы мицелия вначале светлые, затем они приобретают оливково-желтоватый цвет, позже становятся темно-бурые. Поверхность колонии слегка пушистая (рисунок 4).



Рисунок 4 – Колония гриба *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy

Конидиеносцы обычно одиночные, простые, прямые с перегородками. Конидии одиночные, эллиптические либо обратнобулавовидные, темноокрашенные, оливково-бурого цвета размером $30-60 \times 15-25$ мкм с 4-6 поперечными и 1-3 продольными перегородками.

Возбудитель серой гнили – гриб *Botrytis cinerea*, вызывающий серую гниль, встречался в фитопатологическом материале с частотой 5,7-6,7 %. Изоляция фитопатогена в чистую культуру позволила выявить, что гриб *B. cinerea* на питательной среде картофельно-глюкозный агар образует пушисто-паутинистый мицелий дымчатого цвета с серым оттенком. На 3-4-е сутки мицелий покрывал всю питательную среду в чашке Петри (рисунок 5).

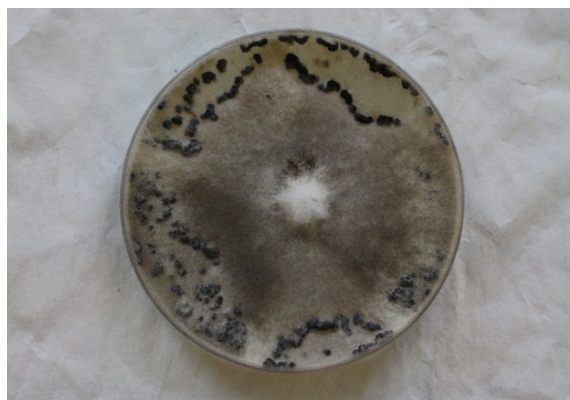


Рисунок 5 – Колония гриба *Botrytis cinerea* Pers. со сформировавшимися склероциями

На мицелии формировались склеротии – вначале в виде ватообразных светлых уплотнений, которые позже приобретают темно-бурый цвет и плоскую форму. Размер склеротиев – от 2 до 5 мм. Конидиеносцы длинные, в верхней части древовидно разветвленные. Споры овальные, яйцевидные $10\text{--}18 \times 7,5\text{--}10$ мкм, бесцветные, в массе – светло-серые.

Доля фитопатогена *Phoma rostrupii* Sacc. в изученных образцах в 2018 г. составила 3,9 %, в то время как в 2019 году возбудитель не был обнаружен.

Грибы рода *Fusarium* характеризовались низкой частотой встречаемости, которая варьировала от 0,1 до 1,5 %.

В 2019 году нами обнаружено 2 новых вида грибов, ранее не регистрируемых в условиях Беларуси на корнеплодах моркови в период хранения, – *Rhizoctonia violacea* Tul. & C. Tul. и *Rh. carotae* Rader. с частотой встречаемости 6,8 и 4,1 % соответственно.

Для оценки фитопатологического потенциала возбудителей болезней моркови столовой при хранении нами были изучены их экологические особенности – определены лимитирующие показатели абиотических факторов окружающей среды – температуры, относительной влажности, кислотности среды.

Температура является важным фактором, влияющим как на рост и развитие патогена, так и на сохранение его жизнеспособности в течение зимнего периода. В ходе экспериментальных исследований установлено, что развитие изучаемых патогенов возможно в широких температурных диапазонах. Так, оптимальная температура для роста и развития грибов находилась в пределах 23–25 °С; как повышение, так и понижение температуры замедляли рост мицелия (рисунок 6).

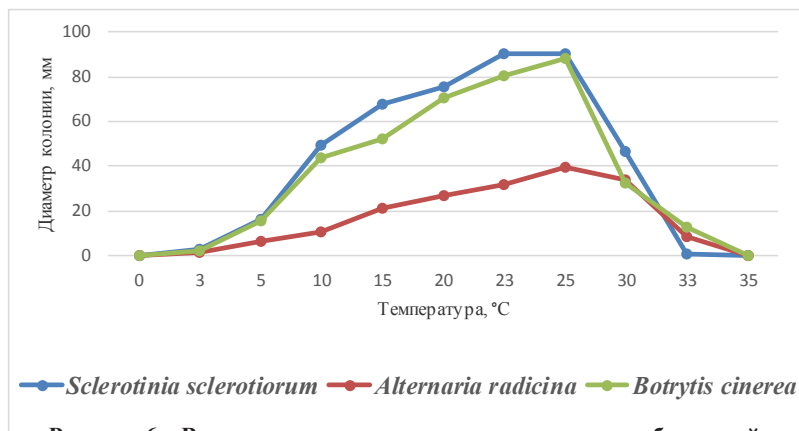


Рисунок 6 – Влияние температуры на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (*in vitro*, 2018 г.)

При температуре 35 °С рост грибов отсутствовал. Минимальная температура, при которой наблюдали рост колоний, составила 3 °С.

Относительная влажность воздуха также является важным фактором развития микроорганизмов. Анализ роста микромицетов в диапазоне относительной влажности воздуха от 50 до 100 % показал, что оптимальная влажность воздуха для роста мицелия грибов была в пределах 85-93 % (рисунок 7).

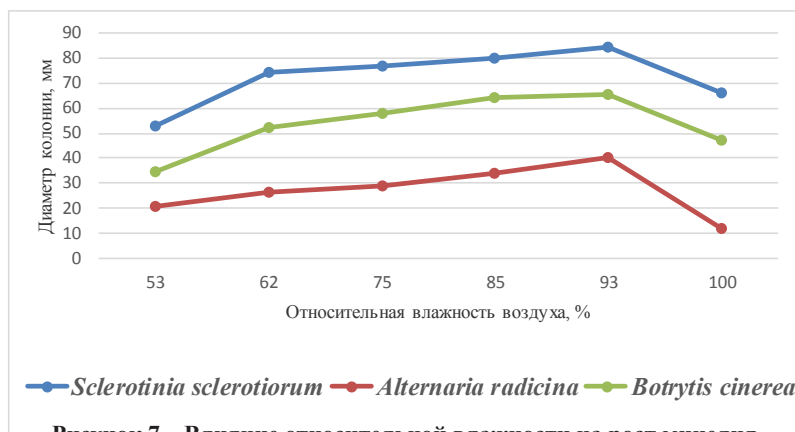


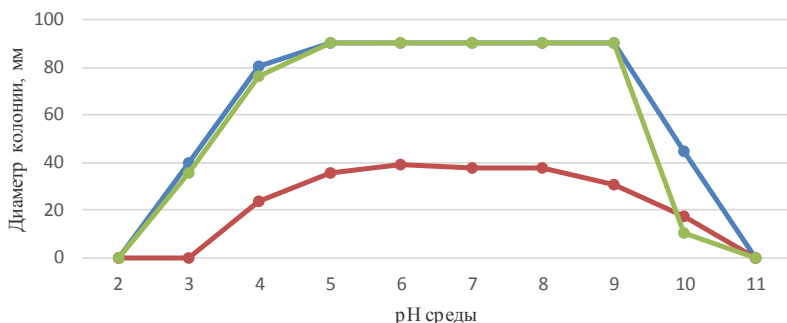
Рисунок 7 – Влияние относительной влажности на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (*in vitro*, 2018 г.)

Отмечено, что с повышением относительной влажности воздуха до 93 % диаметр колонии фитопатогенов увеличивался. При влажности воздуха близкой к 100 % рост мицелия у всех изученных грибов резко снижался.

Большое влияние на развитие микроорганизмов оказывает также кислотность среды. Грибы *S. sclerotiorum*, *A. radicina*, *B. cinerea* развивались при довольно большей амплитуде данного показателя (рисунок 8).

Так, грибы *S. sclerotiorum* и *B. cinerea* одинаково хорошо развивались при pH от 5 до 9, данный диапазон реакции среды не оказывал существенного влияния на рост мицелия. Оптимум для гриба *A. radicina* был в пределах pH 6-7.

Выводы. В условиях Республики Беларусь возбудителями гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении являются грибы *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria radicina*, *Botrytis cinerea*, *Phoma rostrupii*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia violacea*, *Rhizoctonia carotae*.



— *Sclerotinia sclerotiorum* — *Alternaria radicina* — *Botrytis cinerea*

Рисунок 8 – Влияние pH на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (*in vitro*, 2018 г.)

В структуре фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении доминирующее положение занимает возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*. Патоген был обнаружен во всех обследуемых хранилищах республики, его встречаемость варьировала от 67,3 до 72,2 % от общего числа пораженных корнеплодов. Черной гнилью было поражено 11,8-14,6 %, серой гнилью – 5,7-6,7 %, фузариозной гнилью – 0,1-1,5 % корнеплодов.

Возбудители гнилей моркови столовой характеризуются достаточно широкой экологической пластичностью. Рост и развитие фитопатогенов в установленных диапазонах значений абиотических факторов, совпадающих с оптимальным условиям хранения корнеплодов моркови столовой, свидетельствует о высоком потенциале вредоносности изученных фитопатогенов и необходимости разработки подходов к контролю их развития.

Список литературы

1. Алексеева, К. Л. Болезни моркови при хранении / К. Л. Алексеева // Защита и карантин растений. – 2014. – № 10. – С. 18–20.
2. Бутон, И. С. Оценка и создание исходного материала для селекции моркови столовой (*Daucus carota* L.) в условиях Беларуси: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.05 / И. С. Бутон; РУП «Институт овощеводства», Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2013. – 24 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дьяченко, В. С. Болезни и вредители овощей и картофеля при хранении / В. С. Дьяченко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 286 с.

5. Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры корнеплодов моркови в условиях хранения / Т. Е. Вахрушева, Э. А. Власова; ВИР. – Л., 1980. – 68 с.
6. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М. К. Хохряков; ВНИИЗР. – Л., 1969. – 67 с.
7. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений: монография / И. Беттхер [и др.]; пер с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
8. Методы фитопатологии: монография / пер. с англ С. В. Васильевой [и др.]; под общ. ред. М. В. Горленко. – М.: Колос, 1974. – 343 с.
9. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; отв. ред. Билай. – Киев: Наук. думка, 1982. – 552 с.
10. Налобова, Ю. М. Пораженность корнеплодов моркови столовой болезнями при хранении / Ю. М. Налобова, А. И. Бохан, Л. А. Карпилович // Овощеводство: сб. науч. тр. / Ин-т овощеводства. – Минск, 2009. – Т. 16. – С. 65–71.
11. Першина, Г. Ф. Фузариозные гнили моркови / Г. Ф. Першина // Агриматко. – 2002. – №2. – С 28–29.
12. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 1: Грибы совершенные / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1977. – 296 с.
13. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 2: Грибы несовершенные / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1977. – 300 с.
14. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 3: Пикнидиальные грибы / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1978. – 231 с.
15. 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.
16. Тимина, Л. Т. Комплекс патогенов на овощных культурах в условиях центрального региона РФ / Л. Т. Тимина, И. А. Енгальцева // Овощи России. – 2015. – №. 3 (28). – С. 123–129.
17. Хохряков, М. К. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – СПб.: «Лань», 2003. – 592 с.
18. El-Tarabily, K. A., Association of *Pythium coloratum* and *Pythium sulcatum* with cavity spot disease of carrots in Western Australia / K. A. El-Tarabily, ST. J. G. E. Hardy, K. Sivasithamparam // Plant Pathology. – 1996. – Vol. 45, №. 4. – P. 727–735.
19. 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. – Vol. 87, №. 5. – P. 456–470.
20. Survilienė, E. Carrot (*Daucus sativus* Röhl.) colonization by *Alternaria* spp. and effect of fungicide spray on their population / E. Survilienė, A. Valiuskaitė // Ekologija. – 2006. – Vol. 3. – P. 54–59.
21. Tahvonen, R. The prevention of *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* on carrots during storage by spraying the tops with fungicide before harvesting / R. Tahvonen // Ann. Agric. Fenn. – 1985. – Vol. 24, P. 89–95.
22. Uzuhashi, S. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera / S. Uzuhashi, M. Tojo, M. Kakishima // Mycoscience. – 2010. – Vol. 51, №5. – P. 337–365.

A.E. Stanchuk, D.V. Voitka

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

THE SPECIFIC COMPOSITION, CULTURAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ECOLOGICAL FEATURES OF GARDEN CARROT ROOT CROPS DURING STORAGE

Annotation. The article describes the species composition of rot pathogens of garden carrot root crops during storage in Belarus. It is determined that in the phytopathogenic complex structure white rot causative agent - the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* is dominant. The cultural and morphological characteristics of phytopathogenic micromycetes are described. The influence of abiotic factors on rot pathogens growth has been studied and a wide adaptive potential of the studied phytopathogens is shown.

Key words: garden carrot, storage, pathogens, cultural and morphological characteristics, ecological features.

В.И. Халаева, И.Г. Волчкевич, Г.М. Середа, М.В. Конопая
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОФТОРОЗА

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

Аннотация. Представлены результаты многолетней оценки фитосанитарного состояния клубней, на фоне проведенной в период вегетации защиты картофеля от фитофтороза. Установлено, что в период уборки распространенность фитофторозной гнили на клубнях при применении однокомпонентных фунгицидов в среднем достигала 2,5 %, двухкомпонентных – 2,3 %. Весенняя фитоэкспертиза клубней картофеля показала ежегодное присутствие оомицета в комплексе с другими возбудителями бактериальной и грибной этиологии. Доминирующим оказался фитофторозно-фузариозно-бактериальный тип смешанной гнили, распространенность которого достигала 5,0 %. Определен длительный защитный эффект комбинированных фунгицидов в снижении степени поражения ботвы картофеля фитофторозом, превышающий 60,0 % через 30 дней после последнего применения.

Ключевые слова: фунгициды, клубни, фитофтороз, эффективность, пораженность.

Введение. Исследования по изучению фитопатогенов картофеля показывают, что одним из вредоносных и самым распространенным является *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary – возбудитель фитофтороза, который обычно находится в центре внимания ученых многих стран мира [1]. Оомицет, поражая вегетирующую часть растений, приводит к значительному уменьшению ассимилирующей поверхности листьев, что отражается на процессе образования и накопления клубней, а также их пораженности. В условиях Беларуси при эпифитотийном развитии фитофтороза потери урожая могут достигать 80,0 % [4].

Поэтому все разработанные технологии защиты картофеля от болезней в период вегетации направлены на ограничение вредоносности фитофтороза. Причем основным методом является химический с применением фунгицидов. Активное и многократное использование препаратов привело к появлению нежелательных явлений, одним из которых стала резистентность. В 50-х годах XX века отмечены первые сведения о развитии устойчивости возбудителей болезней растений к контактными фунгицидам. Широкое применение системных препаратов резко ускорило этот процесс и привело к возникновению резистентности фитопатогенов к 50 фунгицидам из разных химических классов [2].

В результате развития устойчивости возбудителей болезней снижается эффективность защитных мероприятий, вплоть до полной потери свойств фунгицидов. Так, например, по данным С.А. Доброхотова, А.И. Анисимова, А.В. Урванцевой в России биологическая эффективность препаратов Ридомил Голд МЦ, ВДГ и Сектин Феномен, ВДГ, используемых для защиты картофеля от фитофтороза, колеблется от 56,4 до 80,2 % [3]. В Беларуси, как и во многих других картофелеводческих странах, зарегистрировано формирование резистентности к действующим веществам фениламидной группы – металаксилу и мефеноксаму, что может сказаться на проявлении защитных свойств фунгицидов [5].

В связи с вышесказанным актуальной является оценка эффективности препаратов в защите картофеля от фитофтороза с целью предупреждения развития устойчивости оомицета.

Методика проведения исследований. В научных экспериментах проанализирована эффективность 28 фунгицидов различного механизма действия в защите клубней от фитофтороза, применяемых в полевых опытах при различных погодных условиях и степени пораженности растений болезнью. Ретроспективный анализ пораженности клубней фитофторозной гнилью при уборке картофеля проведен за 2006–2018 гг.

Изучение распространенности фитофторозной гнили на клубнях через 6 месяцев хранения осуществляли путем маршрутных обследований партий картофеля в хозяйствах республики. Пораженность клубней болезнями устанавливали в соответствии с общепринятыми в фитопатологических исследованиях методиками [6, 7].

Оценку биологической эффективности фунгицидов в посадках картофеля проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посадках среднеспелого сорта Скарб. Агротехника – общепринятая для возделывания картофеля. Мероприятия по уходу осуществлены в соответствии с системой защиты культуры от вредителей и сорняков [8]. Фунгициды в опыте использованы методом химического пресса. Интенсивность поражения ботвы картофеля фитофторозом учитывали перед началом каждого опрыскивания, а также через 10, 17, 24 и 30 дней после последней обработки препаратами согласно методическим указаниям [7].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате ретроспективного анализа пораженности клубней фитофторозной гнилью на фоне проведенных в период вегетации картофеля защитных мероприятий выявлено проявление болезни независимо от свойств используемых фунгицидов и степени развития заболевания на вегетирующих растениях. В среднем за годы исследований распространенность фитофторозной гнили при применении контактных препаратов колебалась от 0,7 до 2,5 %. При этом максимальная пораженность (2,5 %)

установлена в вариантах опыта с применением препаратов на основе меди, а минимальная (0,7 %) – на основе действующего вещества флуазинам, характеризующегося антиспорулирующим действием, предотвращающим заражение клубней (таблица 1).

Анализ фитосанитарной ситуации на клубнях показал, что наиболее высокий защитный эффект, проявившийся в снижении пораженности патогеном клубневого материала до 0,2 %, обнаружен при использовании в период вегетации комбинированных фунгицидов на основе системно действующих веществ металаксил-М, мефеноксам и оксатиапролин. Следует отметить, что признаков болезни на клубнях не выявлено при обработках растений картофеля препаратами Дариус, КЭ и Зорвек Энкантия, СЭ, разрешенных к применению с 2015 г.

Опрыскивания посадок картофеля двухкомпонентными системно-трансламинарным механизмом действия препаратами с активными веществами пропамокарб-гидрохлорид и дифеноконазол, к которым по литературным данным не отмечен риск появления резистентности у возбудителя, обусловили распространенность фитофторозной гнили на уровне 2,0 %.

Максимальная пораженность клубней болезнью (2,3 %) выявлена при применении в период вегетации трансламинарно-контактных фунгицидов на основе фенамидона, диметоморфа и цимоксанила.

Таким образом, обнаружение фитофторозной гнили на клубнях нового урожая в условиях жесткого фунгицидного пресса может свидетельствовать о высокой выживаемости оомицета, способствующего вторичному заражению клубней другими микроорганизмами и являющегося источником возможного возобновления болезни в следующем году.

В ходе проведения маршрутных обследований проанализировано 35 сортообразцов картофеля из 16 сельскохозяйственных организаций. При проведении фитосанитарной экспертизы через 6 месяцев хранения на клубнях отмечено проявление фитофторозной гнили в комплексе с другими возбудителями бактериальной и грибной этиологии.

Установлено, что в структуре смешанных гнилей у 10 сортообразцов картофеля преобладал фитофторозно-фузариозно-бактериальный тип с распространенностью от 1,0 до 5,0 % (таблица 2).

В среднем по республике пораженность клубней составила 0,7 %. Причем в большинстве случаев данная гниль была выявлена на клубнях сортов картофеля ранней группы спелости, таких как Бриз, Дельфин, Мемфис и Манифест.

Фитофторозно-бактериальный тип гнили встречался у 8 сортообразцов из числа обследованных с распространенностью 1,0–6,0 %. В среднем по республике частота проявления составила 0,5 %. Следует отметить, что чаще всего болезнь была отмечена на клубнях среднеспелого сорта Скарб и среднепоздних – Вектар и Журавинка.

Таблица 1 – Распространенность фитофторозной гнили на клубнях при уборке картофеля, на фоне проведенной фунгицидной защиты растений (РУП «Институт защиты растений», 2006–2018 гг.)

Действующие вещества	Фунгицид	Распростра- ненность, %	Сред- нее
Однокомпонентные препараты контактного механизма действия			
Хлорокись меди	Абига-Пик, ВС	0,3–2,8	2,5
	Азофос Форт, 30 % к.с.	3,8–4,1	
Меди гидроксид	Косайд 2000, ВДГ	1,2–1,6	
Аммоний-медь-фосфат/АМФ/	Азофос Модифицирован- ный, 50 % к.с.	2,3–3,6	
	Азофос, 50 % к.с.	3,9	
Сульфат меди трехосновной	Купроксат, КС	2,2–3,2	1,3
Манкоцеб	Трайдекс, ВДГ	0,0–3,5	
	Дитан Нео Тек, 75, ВДГ	1,2–1,8	
	Манфил, ВДГ	0,0–0,8	
	Эффикур, ВДГ	1,1–1,7	
Флуазинам	Зуммер, КС	1,1–1,2	0,7
	Ширлан, 50 % с.к.	0,0–1,3	
	Нандо 500, КС	0,0–1,0	
Однокомпонентные препараты трансламинарного механизма действия			
Азоксистробин	Квадрис, СК	0,0	0,0
Двухкомпонентные системно-трансламинарного механизма действия			
Фенамидон+пропамокарб-ги- дрохлорид	Консенто, КС	0,8–7,2	2,0
Флуопиколоид+пропамокарб-ги- дрохлорид	Инфинито, КС	0,0–6,3	
Пропамокарб-гидрохлорид+ци- моксанил	Проксанил 450, КС	0,5	
Дифеноконазол+мандипропамид	Ревус Топ, СК	0,1–0,3	
Системно-контактного механизма действия			
Металаксил-М+манкоцеб	Синекура, с.т.с.	0,3–1,0	0,2
Металаксил-М+флуазинам	Дариус, КЭ	0,0	
Мефеноксам+манкоцеб	Ридомил Голд МЦ, ВДГ	0,0–0,6	
Фамоксадон+оксатиапипролин	Зорвек Энкантия, СЭ	0,0	
Трансламинарно–контактного механизма действия			
Фенамидон+манкоцеб	Сектин Феномен, ВДГ	2,5–11,2	2,3
Диметоморф+манкоцеб	Акробат МЦ, ВДГ	0,4	
Флуазинам+диметоморф	Банджо Форте, КС	0,0–1,3	2,3
Манкоцеб+цимоксанил	Моксимейт 720, ВДГ	0,3	
	Курзат М, ВДГ	0,06–0,7	
Фамоксадон+цимоксанил	Танос, ВДГ	0,5–1,2	

Таблица 2 – Распространенность гнилей на клубнях картофеля (маршрутные обследования, через 6 месяцев хранения, 2019 г.)

№ хозяйства, район	Сорт	Распространенность гнилей, %						
		фитофторозно-фузариозная	фитофторозно-бактериальная	фитофторозно-фузариозно-бактериальная	фузариозно-бактериальная	всего смешанных гнилей	сухая гниль	мокрая
1. Лунинецкий	Меморис	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Пружанский	Скарб	1,0	0,0	3,0	5,0	9,0	0,0	3,0
	Бриз	0,0	0,0	5,0	2,0	7,0	0,0	0,0
3. Пружанский	Бриз	0,0	0,0	4,0	15,0	19,0	3,0	5,0
	Манифест	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
4. Ивановский	Бриз	0,0	4,0	0,0	2,0	6,0	1,0	0,0
	Ривьера	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Барановичский	Коломба	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Альбатрос	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Мадейра	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
	Винета	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Королева Анна	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Витебский	Скарб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Манифест	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0
	Бриз	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Лилея	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Витебский	Вектар	1,0	2,0	0,0	0,0	3,0	1,0	1,0
8. Витебский	Скарб	0,0	6,0	1,0	0,0	7,0	3,0	0,0
9. Гомельский	Мемфис	0,0	0,0	2,0	2,0	4,0	10,0	0,0
	Розара	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0
10. Лидский	Сатина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
11. Лидский	Манифест	0,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	0,0
	Уладар	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	13,0	3,0
12. Гродненский	Сатина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
	Ред Скарлет	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	1,0
13. Мостовский	Скарб	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
	Журавинка	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	1,0	2,0
14. Смоленский	Манифест	0,0	0,0	0,0	3,3	3,3	1,7	1,7
	Сифра	0,0	0,0	0,0	8,2	8,2	6,6	0,0
15. Глусский	Дельфин	0,0	0,0	4,0	2,0	6,0	4,0	0,0
	Бриз	0,0	0,0	4,0	2,0	6,0	0,0	0,0
	Лилея	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
16. Кировский	Фабула	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0
	Ред Скарлет	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0	0,0
	Скарб	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0
среднее		0,06	0,5	0,7	1,2	2,5	2,1	0,9

Наименее распространенным был фитофторозно-фузариозный тип смешанной гнили, обнаруженный у 2 сортообразцов: среднеспелый сорт Скарб и среднепоздний Вектар. Пораженность клубней составила 1,0 %, в среднем по республике – 0,06 %.

Кроме гнилей комплексной этиологии к концу периода хранения картофеля отмечены клубни с признаками поражения сухой (возбудители – грибы рода *Fusarium*) и мокрой гнили (возбудители – *Pectobacterium atrosepticum* (van.Hall) Patel & Kulkarni, *Pectobacterium carotovora* var. *carotovorum* Hellmtr & Dowson). Частота проявления сухой гнили составила 1,0–13,0 %, в среднем – 2,1 %, мокрой – 1,0–10,0 % и 0,9 % соответственно.

В результате анализа систем защиты картофеля от фитофтороза, проведенных в обследуемых хозяйствах в период вегетации 2018 г., не установлено взаимосвязи между действующими веществами фунгицидов, схемами чередования, кратностью обработок и проявлением фитофторозной гнили на клубнях через 6 месяцев хранения.

Это может свидетельствовать о том, что на пораженность клубней оомикетом оказывают влияние многие факторы, в том числе: степень устойчивости сорта, погодные условия, агротехнические мероприятия и динамика развития болезни. В тоже время следует отметить, что все сорта картофеля, на клубнях которых обнаружена фитофторозная гниль, обладают средней устойчивостью листьев и средней либо низкой устойчивостью клубней к *Ph. infestans*.

Эффективность фунгицидов для защиты от фитофтороза изучали в посадках картофеля среднеспелого сорта Скарб. В схему опыта включены комбинированные фунгициды Инфинито, КС (флуопиколид, 62,5 г/л + пропамокарб-гидрохлорид, 625 г/л) и Ридомил Голд МЦ, ВДГ (мефеноксам, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), контактные – Зуммер, КС (флуазинам, 500 г/л) и Манфил, ВДГ (манкоцеб, 750 г/кг), а также схемы чередования комбинированных фунгицидов Инфинито, КС и Ридомил Голд МЦ, ВДГ с контактным препаратом Манфил, ВДГ. В период вегетации проведена трехкратная (02.07; 16.07; 30.07) обработка, интервал между опрыскиваниями составил 14 дней. Фунгициды применяли в максимально разрешенных нормах расхода, согласно «Государственному реестру...».

В результате оценки эффективности фунгицидов установлено, что в условиях 2019 г. двукратная обработка обеспечила биологическую эффективность защиты картофеля от фитофтороза на уровне 100 % (таблица 3).

Учет фитосанитарной ситуации через 10 дней (конец I декады августа) после трехкратной обработки показал высокий защитный эффект

препаратов Инфинито, КС и Ридомил Голд МЦ, ВДГ, применяемых как моно- так и в комбинации с Манфилом, ВДГ. В то время как на фоне контактных фунгицидов отмечено снижение биологической эффективности.

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите картофеля от фитофтороза (РУП «Институт защиты растений», сорт Скарб, 2019 г.)

Вариант защиты	Биологическая эффективность на дату учета, %				
	30.07	9.08	16.08	23.08	29.08
Без обработки*	22,8	55,2	77,3	95,5	100
Инфинито, КС (3-кратно)	100	100	99,4	99,1	65,0
Ридомил голд МЦ, ВДГ (3-кратно)	100	100	99,0	97,7	60,0
Зуммер, КС (3-кратно)	100	96,6	98,1	79,8	40,0
Манфил, ВДГ (3-кратно)	100	99,3	97,8	65,4	27,0
Ридомил голд МЦ, ВДГ → Манфил, ВДГ → Ридомил голд МЦ, ВДГ	100	100	99,9	92,7	42,5
Инфинито, КС → Манфил, ВДГ → Инфинито, КС	100	100	99,9	98,5	56,0

Примечание. В варианте без обработки представлено развитие фитофтороза, %.

О длительном эффекте комбинированных фунгицидов в защите картофеля от фитофтороза свидетельствует учет, проведенный через 30 дней (конец III декады августа) после последней обработки. Так, биологическая эффективность фунгицидов Инфинито, КС и Ридомил Голд МЦ, ВДГ превышала 60,0 %. При чередовании препаратов Инфинито, КС и Ридомил Голд МЦ, ВДГ с фунгицидом Манфил, ВДГ защитный эффект составил 56,0 и 42,5 % соответственно. Из однокомпонентных фунгицидов наиболее пролонгированным действием обладал Зуммер, КС, обеспечивающий биологическую эффективность на уровне 40,0 %. Наихудшая фитопатологическая ситуация отмечена на опытных делянках, где растения были обработаны контактным препаратом Манфил, ВДГ, биологическая эффективность составила 27,0 %.

Таким образом, в патогенном комплексе в период вегетации картофеля доминирующей болезнью являлся фитофтороз, достигший эпифитотийной степени развития (55,2 %) в варианте без обработки к концу I декады августа. В подобных условиях трехкратное применение фунгицидов обеспечило высокую биологическую эффективность защиты культуры от фитофтороза. Наиболее пролонгированное действие отмечено при учете степени пораженности вегетативной массы картофеля болезнью на фоне комбинированных препаратов, составляющее более 60,0 % при учете через 30 дней после последней обработки.

Заключение. По данным многолетней оценки фитосанитарного состояния клубней при уборке установлено присутствие фитофторозной гнили, несмотря на проведение в период вегетации картофеля фунгицидной защиты от болезни. Наиболее высокая распространенность фитофторозной гнили отмечена на фоне применения контактных медьсодержащих фунгицидов, достигающая 4,1 %, в среднем за годы исследований пораженность составила 2,5 %, манкоцебсодержащих препаратов – 3,5 и 1,3 %, флуазинамсодержащих – 1,3 и 0,7 % соответственно.

При проведении фитосанитарной экспертизы через 6 месяцев хранения картофеля на клубнях отмечено проявление фитофторозной гнили в комплексе с другими возбудителями бактериальной и грибной этиологии. Установлено, что в структуре смешанных гнилей преобладал фитофторозно-фузариозно-бактериальный тип с распространенностью от 1,0 до 5,0 %. Встречаемость фитофторозно-бактериальной гнили достигала 6,0 %. Наименее распространенным был фитофторозно-фузариозный тип смешанной гнили, распространенность которого составила 1,0 %.

В результате оценки защитного действия фунгицидов в посадках картофеля от фитофтороза установлено, что через 10 и 30 дней после трехкратной обработки растений биологическая эффективность однокомпонентных препаратов достигала 99,3 и 40,0 %, комбинированных – 100 и 65,0 %, при их чередовании – 100 и 56,0 % соответственно.

Список литературы

1. Kapsa, J. Zwalczenie lodygowej formy zarazy ziemniaka / J. Kapsa // Progress Plant Protect=Postępy w Ochronie Roślin / In-t Ochr. Rośl. – Poznań, 1998. – Т. 38, № 1. – С. 101–107.
2. Urech, P. A. Resistance as a Concomitant of Modern Crop Protection / P. A. Urech, T. Staub, G. Voss // Pesticides Science. – 1997. – Vol. 51, № 3. – P. 227–234.
3. Доброхотов, С.А. Влияние некоторых биопрепаратов на развитие болезней и урожайность картофеля / С.А. Доброхотов, А.И. Анисимов, А.В. Урванцева // Защита картофеля. – 2018. – №1. – С. 15–22.
4. Жукова, М. И. Защитим картофель от фитофтороза / М. И. Жукова // Белорус. сел. хоз-во. – 2004. – № 6. – С. 24–25.
5. Иванюк, В. Г. Резистентность *Phytophthora infestans* к фениламидам в Белоруссии / В. Г. Иванюк, О. В. Авдей // Вестник защиты растений. – 2001. – №2. – С. 24–28.
6. Методические указания по проведению полевых и производственных испытаний фунгицидов в борьбе с болезнями картофеля, свеклы и табака / ВИЗР; под ред. А.А. Шумаковой. – М.: Колос, 1970. – 47 с.
7. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разраб. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 460 с.

V.I. Khalaeva, I.G. Volchkevich, G.M. Sereda, M.V. Konopatskaya
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES TO PROTECT POTATOES AGAINST LATE BLIGHT

Annotation. The results of a long-term phytosanitary state of tubers evaluation against the background of potato protection against late blight during the growing season are presented. It is found that during harvesting late blight incidence on tubers with the use of single-component fungicides has made, on the average, 2,5 %, two-component fungicides – 2,3 %. Spring phyto-examination of potato tubers has shown the annual presence of oomycete in the combination with the other pathogens of bacterial and fungal etiology. The late blight-fusarium-bacterial type of mixed rot has turned out to be the dominant one, the prevalence of which has made 5,0 %. The long-term protective effect of combined fungicides in reducing the degree of late blight potato tops damage has been determined, exceeding 60,0 % in 30 days after the last application.

Key words: fungicides, tubers, late blight, efficacy, affection.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 633.1:632.951

С.В. Бойко, Л.П. Василевская, Ю.И. Хотынюк.

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

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ИНСЕКТИЦИДЫ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУРАХ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

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

Аннотация. В период вегетации яровых и озимых зерновых колосовых культур изучены современные двухкомпонентные инсектициды с высокой эффективностью против доминантных вредителей. При обработке ячменя ярового за 2008–2019 гг. в период вегетации от основных фитофагов наиболее результативными были варианты с применением двухкомпонентных инсектицидов на основе имидаклоприда в сочетании с пиретроидом: в снижении поврежденности стеблей шведскими мухами – 80,0–100 %, от хлебных блох – 85,7–100 %, от личинок пьявиц – 83,7–100 %, от злаковых тлей – 91,4–100 %, обеспечив при этом повышение продуктивности культуры на 9,8 %. Биологическая эффективность применяемых препаратов на основе неоникотиноидов и синтетических пиретроидов от личинок пьявиц составила в агроценозе пшеницы озимой 72,6–100 %, от злаковых тлей – 79,6–100 %, сохранив при этом 1,5–6,9 % урожая зерна. В вегетационные периоды 2017–2019 гг. комбинированные инсектициды показали высокую эффективность в снижении численности личинок пьявиц в посевах тритикале озимого 89,0–99,0 %, ячменя озимого – 89,6–97,5 %, пшеницы яровой – 83,3–100 %, сохраненный урожай зерна составил 1,6–8,1 %.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры, яровые зерновые культуры, шведские мухи, хлебные блохи, пьявица красногрудая, злаковые тли, динамика численности, вредоносность, двухкомпонентные инсектициды, эффективность, урожай зерна.

Введение. Получение высоких урожаев зерновых колосовых культур является одной из основных задач в сельском хозяйстве. Ее решение осложняется тем, что ежегодные потери зерна от фитофагов достигают существенных размеров. В условиях Беларуси вред зерновым культурам наносят специализированные насекомые-вредители. По данным Трепашко Л.И., Бойко С.В., к основным фитофагам,

способным вызывать ощутимые потери урожая зерна, относятся шведские мухи, хлебная полосатая и стеблевая блохи, пьявица красногрудая, злаковые тли [1, 2].

В приоритете основы совершенствования ассортимента инсектицидов в последнее время стало актуальным комбинирование в одном препарате двух действующих веществ [3]. В России, по данным Захаренко В.А., Шорохова М.Н., Долженко В.И., количество таких препаратов также постепенно увеличивается [4, 5]. Комбинирование действующих веществ в одном инсектициде позволяет повысить его начальную токсичность и продолжительность действия за счет сочетания действующих веществ из разных химических классов.

В Республике Беларусь на 2020 г. в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений...» (дополнения к Реестру) зарегистрировано 12 двухкомпонентных инсектицидов, включающие действующие вещества из класса: фосфорорганические соединения (ФОС), неоникотиноиды, бутинолиды и пиретроиды [6, 7].

Данные комплексные препараты характеризуются расширенным спектром действия и высокой эффективностью в подавлении наиболее распространенных и опасных вредных насекомых. К этой группе комплексных инсектицидов, сочетающих действие производных фосфорорганических соединений с пиретроидами относят хлорпирифос + бифентрин; неоникотиноидов: ацетамиприд + лямбда-цигалотрин, ацетамиприд + эсфенвалерат, имидаклоприд + лямбда-цигалотрин, имидаклоприд + альфа-циперметрин, тиаметоксам + лямбда-цигалотрин, тиаклоприд + дельтаметрин; бутинолидов: флупирадифурон + дельтаметрин.

На основании данных сайта www.pesticidy.ru хлорпирифос проникает в организм вредителя через дыхательные пути, желудок или покровы и уменьшает активность ацетилхолинэстеразы, имитируя ацетилхолин, и, взаимодействуя с АХЭ, на долгий срок блокируют ее действие. Данное действующее вещество более стойкое к окружающей среде и проявляет выраженное кишечное действие: чем дольше д.в. сохраняет активность, тем более эффективен против грызущих вредных насекомых. На 2019 год действующее вещество хлорпирифос входит в состав 2 инсектицидов. Продолжительность действия хлорпирифоса составляет 40–70 дней [8].

Ацетамиприд характеризуется контактно-кишечным действием с ярко выраженной системной активностью. Ацетамиприд взаимодействует с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами постсинаптических мембран нервных клеток насекомых, он способствует

нарушению передачи нервных импульсов. Этот класс инсектицидов был разработан в середине 1980 г. и введен в сельское хозяйство в качестве средств-инсектицидов только в начале 1990 годов. Ацетамиприд – это никотиноподобное вещество со схожим никотину действием на организм. По данным за 2019 г. в «Реестре...», разрешенных к применению на территории Беларуси, зарегистрировано 5 препаратов на основе ацетамиприда. На поверхности растений д.в. нестойкое и разрушается в течение 3–4 дней. Период полураспада в почве 1–2 дня. Препараты на основе ацетамиприда относятся к 3-му классу опасности для человека и 3-му классу опасности для пчел.

Имидаклоприд характеризуется системным и острым контактно-кишечным действием. Он блокирует постсинаптические никотинэргические рецепторы нервной системы насекомых. В результате у вредителей подавляется передача сигналов через центральную нервную систему, развиваются параличи и конвульсии, приводящие к гибели насекомого. Действующее вещество проявляет высокую остаточную активность. Зарегистрировано 14 препаратов на основе данного д.в. Инсектицидные препараты на основе имидаклоприда относятся к 3-му классу опасности для человека и 1-му классу опасности для пчел [8].

Тиаклоприд – действие этого вещества основано на нарушении передачи нервного импульса, который является результатом связывания с никотин-ацетилхолиновым рецептором, что приводит к гибели вредителей. Тиаклоприд используется в период вегетации на посевах зерновых культур против сосущих и листогрызущих вредителей. По данным за 2019 год действующее вещество тиаклоприд входит в состав 3 инсектицидов. Препараты на основе тиаклоприда относятся ко 2-му классу для человека и 3-му классу опасности для пчел [8].

Тиаметоксам – действующее вещество, которое быстро поглощается растением и передвигается по ксилеме в необработанные части растений, воздействуя таким образом на никотиновые ацетилхолиновые рецепторы нервной системы насекомых. Характерными особенностями препаратов на основе д.в. тиаметоксам является широкий спектр и системное действие, быстрое ингибирование питания вредителей, относительно низкая норма применения, сохранение нормативной биологической эффективности при любых внешних условиях, а также наличие длительного защитного эффекта. Вещество эффективно действует против скрытноживущих и питающихся на нижней стороне листа вредителей (трансламинарный эффект). Препараты широко применяются методом предпосевной обработки семян, а также в качестве опрыскивания растений в период вегетации для борьбы с

равнокрылыми хоботными, трипсами, чешуекрылыми (минирующими) и с жесткокрылыми вредителями. По данным на 2019 год в Беларуси зарегистрировано 7 препаратов на основе этого д.в. Инсектициды на основе тиаметоксама относятся ко 2-му и 3-му классам для человека и 1-му классу опасности для пчел [8].

Даже при использовании неоникотиноидных препаратов в минимальных нормах, их действие приводит к параличу и смерти фитофагов.

Флупирадифурон – новое действующее вещество из класса бутенолидов. Оно действует на активную группу никотиновых рецепторов ацетилхолина вредителя. Это является его отличием от неоникотиноидных соединений, и, что актуально, не вызывает перекрестную резистентность. Действующее вещество инсектицида имеет системное и контактное действие.

Альфа-циперметрин характеризуется контактно-кишечным действием. Вещество поражает центральную нервную систему фитофагов, нарушает проницаемость клеточных мембран, блокирует натриевые каналы. В ходе отравления у насекомых поражаются двигательные центры. Альфа-циперметрин обладает длительным остаточным действием [8].

Бифентрин действуют на вредные организмы контактно и кишечным, воздействуя на нервную систему: сильное возбуждение с последующим параличом. Обладает репеллентными свойствами. Часто отмечается явление нокдауна. Бифентрин нарушает процесс обмена ионов натрия в пресинаптической мембране, что приводит к выделению излишнего количества ацетилхолина при прохождении нервного импульса через синаптическую щель.

Дельтаметрин, как и другие д.в., нарушает функцию нервной системы, действуя на натрий-калиевые каналы и обмен кальция в синапсах, что приводит к излишнему выделению ацетилхолина при прохождении нервного импульса. Отравление проявляется в сильном возбуждении, поражении двигательных центров. Продолжительность защитного действия составляет 15 дней.

Лямбда-цигалотрин является контактно-кишечным инсектоакарицидом, действующим на нервную систему насекомых, нарушая проницаемость клеточных мембран, блокируя натриевые каналы. Действующее вещество быстро проникает через кутикулу вредителя и оказывает мощный «нокдаун-эффект».

Препараты на основе эсфенвалерата проявляют сильную поражающую активность как при наружном контакте, так и при попадании в пищеварительную систему членистоногих вредителей. Препараты имеют достаточно длительный эффект последствия даже в

условиях прямого солнечного освещения. Защитное действие длится около 15 дней [8].

Цель наших исследований – провести оценку эффективности современных двухкомпонентных инсектицидов в период вегетации против доминантных фитофагов на основании оценки фитосанитарной ситуации, особенностей их биоэкологии в посевах яровых и озимых зерновых культур.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования по уточнению видового состава вредителей в агроценозах яровых и озимых зерновых культур, экологических и биологических особенностей доминантных видов, сезонной динамики их численности, а также по определению вредоносности насекомых-фитофагов и расширения ассортимента инсектицидов проводились в 2008–2019 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений».

Учеты вредных объектов осуществляли согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, родентицидов, феромонов в сельском хозяйстве» [9]. В исследованиях использовались методы, принятые в энтомологии: кошение энтомологическим сачком, наложение учетной рамки и др.

Результаты и их обсуждение. Всходы яровых зерновых культур повреждаются злаковыми мухами из семейства Chloporidae, полосатой хлебной блохой (*Phyllotreta vittula* Redt.) и пьявицами рода *Oulema* L. [10]. Наибольшую опасность фитофаги представляют в фазах всходы – кущение и начало трубкования, особенно в сухую жаркую весну, когда растения яровых культур слабые, а вредители уже усиленно питаются.

В 2017–2018 гг. личинками шведских мух было повреждено от 10,6 до 26,9 % стеблей яровых зерновых культур, в 2019 г. – 38,0– 39,2 % стеблей. Максимальная численность имаго хлебных блох приходилась на II-ю–III-ю декады мая, отмечено от 11,0 до 36,0 ос./м² [10]. Наиболее сильное повреждение листьев ячменя ярового выявлено в фазе 1-2 листа (до 61,8 %) на опытном поле с численностью вредителя 30-36 ос./м².

Из разрешенных к применению на яровых и озимых зерновых культурах инсектицидов с учетом их эффективности, экологичности и безопасности против вредителей при достижении их ЭПВ рекомендованы препараты, включенные в «Государственный реестр средств защиты растений...». Современный ассортимент инсектицидов для защиты озимых и яровых колосовых зерновых культур от доминантных вредителей в период вегетации включает 35 препарата, среди них двухкомпонентные препараты системно-контактного действия составляют 34,3 %. Выявлено, что за счет системного действия

инсектицидов происходит гибель личинок шведских мух, когда они проникают в стебель, то есть в начальный период вредоносности. В таких случаях главный стебель обычно остается жизнеспособным, хотя продуктивность его снижается. Применение инсектицидов с разными действующими веществами в 2010–2019 гг. в фазе 2-х листьев ячменя ярового снизило поврежденность стеблей шведскими мухами в среднем на 80,0–100 %, численность хлебных блох – на 85,7–100 %. Сохраненная урожайность зерна составила 1,9–9,8 % по отношению к урожаю в варианте без обработки (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность инсектицидов в снижении поврежденности стеблей шведскими мухами и численности хлебных блох в посевах ячменя ярового (РУП «Институт защиты растений», результаты исследований 2010–2019 гг.)

Инсектицид, препаратив- ная форма, норма расхода препарата, л/га, кг/га	Действующее вещество	Биологическая эффек- тивность, %		Сохра- ненный урожай зерна, %
		поврежден- ность стеблей шведскими мухами	числен- ность хлебных блох	
2010 г., сорт Сябра				
Борей, СК (0,1–0,12)	имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	82,6–86,5	–	2,6–3,3
2013 г., сорт Ладны				
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дель- таметрин, 20 г/л	87,1	87,1	4,5
2017 г., сорт Ладны				
Стихия, МЭ (0,15–0,2)	ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 25г/л	87,9–89,2	80,9–90,5	9,4
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дель- таметрин, 20 г/л	88,5	85,7	8,8–9,8
2018 г., сорт Ладны				
Эсперо, КС (0,1–0,12)	имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	90,0–93,1	85,7–92,9	2,1–2,8
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дель- таметрин, 20 г/л	86,7	92,9	2,4
Борей, СК (0,12)	имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	100	100	2,9
Органза, КС (0,15–0,2)	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л	80,0–93,3	85,7–92,9	1,9–2,3
2019 г., сорт Ладны				
Эсперо, КС (0,1)	имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	82,4	88,9	5,2
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дель- таметрин, 20 г/л	84,2	88,9	5,0

По данным двухлетних исследований (2018–2019 гг.) биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС с нормой расхода 0,1–0,12 л/га против имаго хлебных блох в посевах культуры достигала 85,7–92,9 %, снижении поврежденности стеблей шведскими мухами – 82,4–93,1 %. Высокую эффективность в снижении поврежденности стеблей шведскими мухами показали такие препараты как Органза, КС (0,15–0,2 л/га) – 80,0–93,3 % и Борей, СК (0,12 л/га) – 82,6–100 %.

При возобновлении весенней вегетации в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в посевах озимых культур (тритикале, ячмень, пшеница) в течение вегетационного сезона 2016–2019 гг. из комплекса листогрызущих насекомых отмечено массовое развитие и высокая вредоносность пьявиц рода *Oulema*. В зависимости от погодных условий и возделываемой культуры численность личинок пьявиц составила от 0,8 до 2,86 ос./стебель. В остальные годы исследований количество вредителя была пороговой 0,5–0,8 ос./стебель.

По данным Бойко С.В. в 2014–2016 гг. в посевах озимых зерновых культурах развитие популяции злаковых тлей носило депрессивный характер [10]. Заселение растений тлями отмечено в стадии флаг-лист с численностью 0,2–0,4 ос./стебель. В фазе образования зерна (молочная спелость) численность тлей в агроценозах составила 4,1–8,2 ос./колос. В конце мая – начале июня 2018 г. в связи с продолжительной засухой в период цветения озимых зерновых культур наблюдалось интенсивное заселение колоса и резкий рост числа особей злаковых тлей (24,2 ос./колос). В результате питания фитофагом листья обесцвечиваются и отмирают, в период цветения вредоносность сказывается на формировании зерновки, уменьшается число зерен в колосе, зерно становится легковесным, щуплым, в результате урожай зерна резко снижается. В 2019 г. отмечены единичные особи большой злаковой тли.

В посевах зерновых культур оценена эффективность двухкомпонентных инсектицидов в снижении численности листогрызущих и сосущих вредителей и данные по эффективности средств защиты представлены в таблицах 2, 3, 4. В условиях полевых опытов двухкомпонентные препараты системно-контактного действия снижали численность личинок пьявиц в посевах пшеницы озимой на 79,1–100 %, злаковых тлей – 79,6–100 %. Против личинок пьявиц I-го и II-го возраста применяемые инсектициды проявили высокую эффективность также в посевах ячменя ярового – 80,0–100 %, против злаковых тлей – 70,0–100 %.

Результаты опытов показали, что препараты, в которых представлены действующие вещества из химического класса неоникотиноидов и пиретроидов, снижали численность пьявицы в посевах пшеницы озимой на 86,7–100 %, класса ФОС плюс пиретроид – 89,1–100 %.

Таблица 2 – Эффективность двухкомпонентных инсектицидов в снижении численности вредителей в посевах пшеницы озимой (РУП «Институт защиты растений», результаты исследований 2008–2019 гг.)

Инсектицид, препаративная форма, норма расхода препарата, л/га	Действующее вещество	Биологическая эффективность, %		Сохраненный урожай зерна, %
		пьявицы	злаковые тли	
2008 г., сорт Былина				
Пиринекс супер, КЭ (0,6–0,75)	хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л	89,1–100	94,6–100	2,8–3,2
2009 г., сорт Капылянка				
Пиринекс супер, КЭ (0,6–0,75)	хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л	90,0–100	90,9–100	3,2–4,5
2010 г., сорт Сюита				
Борей, СК (0,1–0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	80,0–100	86,4–100	2,2–2,6
2012 г., сорт Сюита				
Эфория, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	79,8–93,0	79,6–100	1,7–2,2
Борей, СК (0,1–0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	79,1–89,5	87,7–100	2,7
2013 г., сорт Канвеев				
Эфория, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	90,0–100	82,0–100	5,5–6,9
Борей, СК (0,1–0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	78,0–92,0	85,0–86,4	4,3
2015 г., сорт Уздым				
Протеус, МД (0,75)	тиаклоприд 100 г/л + дельтаметрин, 10 г/л	88,7–100	85,0–95,0	3,7–4,0
2017 г., сорт Богатка				
Декстер, КС (0,15–0,2)	ацетамиприд, 115 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	93,0–100	91,7–93,3	1,7–2,2
Борей, СК (0,1–0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	92,5–100	92,4–93,3	2,3
2018 г., сорт Ода				
Молния Дуо, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	86,7–100	92,3–94,2	3,8–5,0
Эсперо, КС (0,1–0,12)	имidakлоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	92,0–96,3	92,3–94,2	3,9–4,9
Эфория, СК (0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	92,0–100	92,8–94,2	4,4
Борей, СК (0,1–0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	88,0–100	86,8–88,5	1,7–3,5
Органза, КС (0,15–0,2)	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л	96,1–100	91,8–100	4,1–5,1

Инсектицид, препаративная форма, норма расхода препарата, л/га	Действующее вещество	Биологическая эффективность, %		Сохраненный урожай зерна, %
		пьявицы	злаковые тли	
2019 г., сорт Ода				
Борей, СК (0,12)	имидаклоприд, 150 г/л + альфа-циперметрин, 50 г/л	93,3–97,0	–	1,5
Эсперо, КС (0,1)	имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	94,7–95,5	–	2,0
Эфория, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	93,8–95,7	–	2,5
Молния Дуо, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	91,2–94,7	–	1,9–2,4

Наиболее высокую биологическую эффективность (90,2–100 %) в посевах культуры в условиях опытного поля по всем датам учета и более длительный период защитного действия отмечен у инсектицидов: Эфория, КС (0,2 л/га), Декстер, КС (0,15–0,2 л/га), Органза, КС (0,15–0,2 л/га), в отдельные годы у препарата Борей, СК (0,1–0,12 л/га). Период защиты препаратов системно–контактного действия против личинок пьявиц обеспечил сохранение урожая зерна пшеницы озимой 1,5–6,9 % (таблица 2). При превышении пороговой численности большой злаковой тли опрыскивание посевов проводили в фазе цветения следующими инсектицидами: Декстер, КС (0,15–0,2 л/га), Органза, КС (0,15–0,2 л/га), Протеус, МД (0,5–0,75 л/га), Эфория, КС (0,15–0,2 л/га) и др. Таким образом, препараты, примененные в оптимальные сроки пшеницы озимой снизили плотность злаковых тлей в среднем на 79,6–100 % (таблица 2).

На яровых культурах (ячмень, пшеница и овес) в годы исследований вредоносность личинок пьявиц отмечена с фазы трубкования с численностью 0,3–2,3 ос./стебель. Мониторинг динамики численности злаковой тли показал, что массовое их развитие наблюдалось в 2008, 2012, 2013, 2017 гг. В эти годы максимальная численность большой злаковой тли отмечена в фазе стеблевания яровых зерновых культур, на один стебель насчитывалось от 8,0 до 15,0 особей. В 2010 г. в посевах яровых зерновых культурах развитие популяции злаковых тлей носило депрессивный характер в стадии 2–3 узла – начало колошения – 1,1–1,8 ос./стебель [10]. В фазе образования зерна (молочная спелость) численность тлей в агроценозах составила 0,1–0,2 ос./колос. Основным способом защиты яровых культур считается своевременное и качественное применение инсектицидов. В 2018–2019 гг. вносили инсектициды одновременно против пьявиц и злаковых тлей и с учетом результатов исследований их численность была выше комплексного порога вредоносности. Исследования по оценке эффективности двухкомпонентных препаратов проводились в 2008–2019 гг. на опытных

полях РУП «Институт защиты растений». Результаты исследований по биологической эффективности инсектицидов от доминантных фитофагов представлены в таблице 3.

Например, биологическая эффективность препарата Стихия, МЭ (ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 35 г/л) при норме расхода 0,15 и 0,25 л/га от личинок пьявицы в посевах ячменя ярового составила 82,0–95,0 %. Аналогичные данные получены при обработке посева препаратом Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л) в норме 0,2 л/га – 84,0–95,0 % (таблица 3). Биологическая эффективность инсектицида Молния Дуо, КС в снижении численности личинок пьявиц в посевах культуры с нормой расхода 0,15 л/га достигла 95,0–97,3 % (2018 г.) и 83,7–100 % (2019 г.), с нормой расхода 0,2 л/га – 95,6–98,6 % и 87,8–100 % соответственно. Биологическая эффективность комбинированных инсектицидов от злаковых тлей в 2018 г. составила 70,0–98,1 %, в 2019 г. – 92,8–100 %.

Таблица 3 – Эффективность двухкомпонентных инсектицидов в снижении численности вредителей в посевах ячменя ярового (РУП «Институт защиты растений», результаты исследований 2008–2019 гг.)

Инсектицид, препаративная форма, норма расхода препарата, л/га	Действующее вещество	Биологическая эффективность, %		Хозяйственная эффективность, %
		пьявицы	злаковые тли	
2008 г., сорт Гонар				
Пиринекс супер, КЭ (0,5–0,75)	хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л	91,4–100	93,3–100	10,5–13,0
2010 г., сорт Сябра				
Борей, СК (0,1–0,12)	имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	95,0–100	–	2,9–3,4
2012 г., сорт Ладны				
Кинфос, КЭ	диметоат, 300 г/л + бета-циперметрин, 40 г/л	90,0–96,3	93,3–99,8	5,5–6,4
2013 г., сорт Ладны				
Эфория, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	91,9–100	92,5–100	2,6–3,7
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л	90,0–100	95,0–100	4,5
2017 г., сорт Ладны				
Декстер, КС (0,15–0,2)	ацетамиприд, 115 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	80,0–95,0	95,0–100	6,4–9,3
Борей, СК (0,1–0,12)	имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л	88,3–95,0	100	8,8
Стихия, МЭ (0,15–0,25)	ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 25 г/л	82,0–95,0	97,5–100	6,9–9,3
Велес, КС (0,25)	тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л	84,0–95,0	95,0–97,5	8,5

Инсектицид, препаративная форма, норма расхода препарата, л/га	Действующее вещество	Биологическая эффективность, %		Хозяйственная эффективность, %
		пьяви-цы	злако-вые тли	
2018 г., сорт Ладны				
Молния Дуо, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	95,0–97,3	70,0–99,1	7,0–7,8
Эфория, СК (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	95,6–100	70,0–98,1	7,6
Борей, СК (0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + альфа-циперметрин, 50 г/л	93,7–100	94,2–96,7	8,0
Эсперо, КС (0,1–0,12)	имidakлоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	85,2–100	93,3–99,2	7,1–7,8
Органза, КС (0,15–0,2)	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л	92,5–100	99,1	7,4–7,8
2019 г., сорт Ладны				
Борей, СК (0,12)	имidakлоприд, 150 г/л + альфа-циперметрин, 50 г/л	83,7–100	98,6–100	5,0
Эсперо, КС (0,1)	имidakлоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л	85,7–100	91,4–100	4,3
Эфория, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	87,8–100	92,8–100	5,6
Молния Дуо, КС (0,15–0,2)	тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	83,7–98,6	92,8–100	4,3–6,0

По данным двухлетних исследований (2018–2019 гг.) биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС с нормой расхода 0,1 л/га в снижении численности личинок пьявиц в посевах ячменя ярового составила 85,2–97,7 % и 85,7–100 % соответственно по годам. Биологическая эффективность против злаковых тлей в 2018 г. была 93,3–98,3 %, в 2019 г. – 91,4–100 %. Высокая биологическая эффективность инсектицидов от вредителей позволила сохранить 2,6–9,3 % урожая зерна.

В 2017–2019 гг. проведены также специальные полевые опыты в защите других зерновых колосовых культур (тритикале и ячмень озимые, пшеница яровая) от доминантных вредителей при достижении их пороговой численности. В целом, при применении инсектицидов с двумя действующими веществами с разными нормами расхода в условиях полевых опытов численность личинок пьявиц в посевах озимых зерновых культур снизилась на 86,4–100 %: в посевах тритикале озимого на 93,7–99,0 %, пшеницы озимой – на 86,4–100 %, ячменя озимого – на 89,6–97,5 % (таблица 4). Обработка комбинированными инсектицидами пшеницы яровой и ячменя ярового уничтожала численность личинок пьявиц первого - третьего возрастов на 83,3–100 % и на 60,0–100 % соответственно культурам.

Таблица 4 – Эффективность двухкомпонентных инсектицидов (неоникотиноиды + синтетические пиретроиды) в посевах озимых и яровых зерновых культур против пьявиц (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант опыта	Биологическая эффективность, %			Сохраненный урожай зерна, %		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
<i>Тритикале озимое</i>						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,6–0,7	1,0–1,2	0,7–1,63	–	–	–
Двухкомпонентные препараты	94,0–98,5	92,2–99,0	89,0–91,2	1,6–2,4	2,9–5,6	1,7–1,9
ЭПВ 0,8–1,2 ос./стебель						
<i>Пшеница озимая</i>						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,9–1,0	0,7–0,8	0,75	–	–	–
Двухкомпонентные препараты	88,8–100	86,7–100	91,2–97,0	1,7–2,3	1,3–4,9	1,5–2,5
ЭПВ 0,6–0,9 ос./стебель						
<i>Ячмень озимый</i>						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	–	1,2–1,54	1,3–1,5	–	–	–
Двухкомпонентные препараты	–	89,6–97,5	89,3–96,6	–	2,2–3,9	2,1–2,8
ЭПВ 0,5–0,7 ос./стебель						
<i>Ячмень яровой</i>						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,7	2,3	0,65	–	–	–
Двухкомпонентные препараты	60,0–95,0	85,2–100	83,7–100	6,4–9,3	7,0–8,0	4,3–6,0
ЭПВ 0,6–0,9 ос./стебель						
<i>Пшеница яровая</i>						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,5	0,6	0,72	–	–	–
Двухкомпонентные препараты	83,3–100	86,0–100	83,5–96,6	5,8–7,2	6,6–8,1	4,1–4,3
ЭПВ 0,5–0,7 ос./стебель						

Таким образом, использование двухкомпонентных инсектицидов с различными механизмами действия в период вегетации против комплекса вредных насекомых с высокой биологической эффективностью и продолжительным защитным периодом позволило сохранить урожай

зерна тритикале озимого в годы исследований от 1,6 до 5,6 %, пшеницы озимой – 1,3–2,5 %, ячменя озимого – 2,1–3,9, ячменя ярового – 4,3–9,3 %, пшеницы яровой – 4,1–8,1 % (таблица 4).

Выводы. Двухкомпонентные инсектициды разного спектра действия в течение последних лет позволяют надежно защищать яровые и озимые зерновые культуры в течение вегетации как в период всходов, так и в фазах трубкования – колошения от доминантных видов вредителей.

Применение инсектицидов с разными действующими веществами в 2010–2019 гг. в фазе 2-х листьев ячменя ярового снизило поврежденность стеблей шведскими мухами в среднем на 80,0–100 %, численность хлебных блох – на 85,7–100 %. Сохраненная урожайность зерна составила 1,9–9,8 % по отношению к урожаю в варианте без обработки. В посевах культуры наиболее эффективными оказались варианты с применением двухкомпонентных инсектицидов на основе имидаклоприда в сочетании с пиретроидом: в снижении поврежденности стеблей шведскими мухами – 80,0–100 %, от хлебных блох – 85,7–100 %, от пьявиц – 83,7–100 %, от злаковых тлей – 91,4–100 %, обеспечив при этом повышение продуктивности культуры до 9,8 %.

Биологическая эффективность применяемых препаратов в 2008–2019 гг. на основе неоникотиноидов и синтетических пиретроидов от личинок пьявиц составила в агроценозе пшеницы озимой 72,6–100 %, от злаковых тлей – 79,6–100 %, сохранив при этом 1,5–6,9 % урожая зерна. Препараты, сочетающие действие производных фосфорорганических соединений с пиретроидами показали также высокую эффективность от пьявиц 89,1–100 %, от злаковых тлей – 90,9–100 %.

В вегетационные периоды 2017–2019 гг. численность личинок пьявиц в посевах тритикале озимого при применении комбинированных инсектицидов снизилась на 89,0–99,0 %, ячменя озимого – на 89,6–97,5 %, пшеницы яровой – на 83,3–100 %, сохраненный урожай зерна составил 1,6–8,1 %.

Список литературы

1. Доминантные вредители яровых зерновых культур и система защиты / Л. И. Трепашко [и др.] // Земледелие и защита растений: приложение. – 2018. – №1. – С. 54–64.
2. Трепашко, Л. И. Вредители озимых зерновых культур / Л. И. Трепашко, С. В. Бойко // Земледелие и защита растений: приложение. – 2018. – №4. – С. 26–37.
3. Бойко, С. В. Эффективность современных инсектицидов против пьявиц в посевах озимых зерновых культур / С. В. Бойко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XX междунар. науч.-практ. конф.: Агрономия. Защита растений (Гродно, 26 мая, 24 марта, 21 марта 2017 г.) / ГТАУ. – Гродно, 2017. – С. 153–155.
4. Захаренко, В. А. Пестициды в интегрированном управлении фитосанитарными рисками чрезвычайных ситуаций, вызываемых особо опасными вредителями в агроэкосистемах / В. А. Захаренко // Агрохимия. – 2016. – №4. – С. 25–36.

5. Шорохов, М. Н. Ассортимент инсектицидов для защиты зерновых культур / М. Н. Шорохов, В. И. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. науч. тр. / Министерство с.х. РФ, СПб ГАУ, 2018. – С. 80–83.

6. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Мин-во сел. хоз-ва и продовольствия РБ, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 687 с.

7. Дополнение к государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: утв. Советом по пестицидам и удобрениям ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» (постановление от 19.12.2017, 05.04.2018, 22.12.2018, 04.04.2019). – Минск, 2019. – 80 с.

8. Действующие вещества сельскохозяйственных инсектицидов и акарицидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pesticides.ru/active_substances/insecticides. – Дата доступа: 13.07.2020.

9. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж, 2009. – 320 с.

10. Бойко, С. В. Опасны ли вредители зерновых культур в условиях этого года? / С. В. Бойко // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2020. – №7. – С. 12–21.

S.V. Boiko, L.P. Vasilevskaya, Yu.I. Khotyniuk

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

TWO-COMPONENT INSECTICIDES EFFICIENCY IN CEREALS DURING VEGETATION

Annotation. During vegetation of spring and winter grain cereals the modern two-component insecticides with a high efficiency against the dominant pests have been studied. By spring barley treatment during vegetation against the main phytophages for the period of 2008–2019 the most effective have been the variants with the application of two-component insecticides based on imidaclopride in a combination with the pyrethroid: in reducing stems damage by Frit flies – 80–100 %, against cereal stem flea beetles – 85,7–100 %, against cereal leaf beetle larvae – 83,7–100 %, cereal aphids – 91,4–100 %, ensuring crop productivity increase for 9,8 %. The biological effectiveness of the preparations used on the basis of neonicotinoids and synthetic pyrethroids against cereal leaf beetle larvae has made in winter wheat agrocoenosis – 72,6–100 %, against cereal aphids – 79,6–100 %, keeping by this 1,5–6,9 % of grain yield. During the growing seasons 2017–2019 the combined insecticides have shown high efficiency in reducing cereal leaf beetle larvae number in winter triticale crops for 89,0–99,0 %, winter barley – 89,6–97,5 %, spring wheat – 83,3–100 %, the kept grain yield has made 1,6–8,1 %.

Key words: winter grain crops, spring grain crops, Frit flies, cereal stem flea beetles, cereal leaf beetle, cereal aphids, population dynamics, harmfulness, two-component insecticides, efficiency, grain yield.

СНИЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ К ИНСЕКТОАКАРИЦИДАМ В БЕЛАРУСИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Запрудский А.А.

Аннотация. В статье представлен ретроспективный анализ биологической эффективности широко используемых в зернохранилищах инсектоакарицидов – Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) и Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л) для защиты сельскохозяйственной продукции при хранении. Впервые выявлено снижение эффективности препаратов, содержащих пиримифос-метил против зернового точильщика (*Rhyzopertha dominica* F.) и клещей (Acarina), композиции малатиона и бифентрина против рисового долгоносика (*Sitophilus oryzae* L.), короткоусого мукоеда (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.) и клещей (Acarina). С целью расширения ассортимента изучена биологическая эффективность инсектоакарицида Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л). Указано на дальнейший мониторинг за состоянием популяций вредителей запасов и поиск новых инсектоакарицидов для применения в техноценозах зернохранилищ.

Ключевые слова: вредители запасов, рисовый долгоносик, зерновой точильщик, короткоусый мукоед, чувствительность, инсектоакарициды, биологическая эффективность.

Введение. В мире ежегодно при хранении уничтожается вредителями запасов около 10 % произведенного зерна и продуктов его переработки [1]. Поскольку большинство членистоногих характеризуется отсутствием диапаузы, при оптимальных условиях происходит быстрое нарастание численности популяций насекомых и клещей, что требует проведения защитных мероприятий. В сложившихся условиях химический метод является наиболее эффективным и экономичным [4, 11].

Однако систематическое использование химических средств может способствовать снижению чувствительности насекомых и клещей к ним и формированию резистентности. Так, первые сведения о появлении резистентных популяций вредителей запасов относятся к 1939 г., когда Д. Гоф была получена устойчивая раса малого мучного хрущака *Tribolium confusum* Duv. В 1953 г. Р.Е. Блекит выявлена устойчивая раса амбарного долгоносика *Sitophilus granaries* L. к пиретринам. О формировании резистентных популяций вредителей запасов к фосфо-

органическим и пиретроидным инсектицидам сообщалось также в 70-90-х годах XX века во многих странах мира: США, Великобритания, Мексика, Аргентина, Индия, Австралия, Греция, Россия, Украина, Молдова, Польша и др. [10, 13].

Анализ литературных источников показал, что регулярное применение в складских помещениях химических средств на основе фосфина (РНЗ) в качестве фумиганта, фосфорорганических соединений (пири-мифос-метил, малатион) и синтетических пиретроидов (дельтаметрин, перметрин, циперметрин), в качестве контактных препаратов, привело к развитию резистентности у таких вредителей запасов как рисовый и амбарный долгоносики, булавоусый, малый и темный хрущаки, суринамский мукоед, зерновой точильщик, мельничная и южная амбарная огневки [9, 12, 14, 16, 17, 18]. Из года в год в мировой практике возрастает число амбарных вредителей, устойчивых к препаратам из различных химических классов [7].

Следует отметить, что исследователями Г.И. Сухорученко с соав. (2017) [15] установлена взаимосвязь степени развития резистентности у вредителей к инсектицидам с их биологической эффективностью. Поэтому важным элементом защитных мероприятий является изучение эффективности препаратов при их длительном и регулярном применении, что необходимо для принятия оперативных решений по результативному использованию имеющегося ассортимента пестицидов.

В лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» с 2002 г. ведутся исследования по разработке систем мероприятий по защите сельскохозяйственной продукции, включающих изучение видового состава вредителей запасов, структуры доминирования, распространённости, динамики численности, оценке эффективности и тактики применения препаратов. Однако в последние годы целенаправленные исследования по изучению биологической эффективности широко применяемых в республике препаратов не проводились.

В связи с этим вопрос о состоянии популяций вредителей запасов остается актуальным и требует проведения мониторинга уровня чувствительности к инсектоакарицидам, применяемым в настоящее время. Поэтому целью работы являлось изучение изменений и уточнение биологической эффективности широко используемых препаратов для защиты зерна от вредителей как показателя формирования и выявления резистентности.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования по изучению влияния препаратов на изменение численности вредителей запасов проводили на базе РУП «Институт защиты растений», а также

в зернохранилищах Минского, Гомельского, Осиповичского и Смолевичского районах в 2002 г., 2005-2006, 2008 и 2019 гг.

В опытах применяли широко используемые в республике для защиты от амбарных вредителей фосфорорганические соединения (ФОС): Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л; 16 мл/т), Фуфанон, КЭ (малатион, 570 г/л; 30 мл) и комбинированные препараты: Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л; 15 мл/т) и Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л; 10 мл/т).

Инсектоакарициды применяли способом влажной и аэрозольной обработки. При влажной обработке для защиты зерна препараты вносили методом направленного опрыскивания ранцевым опрыскивателем или использовали ручной опрыскиватель марки «Inter eco 1,5» с нормой расхода рабочей жидкости 500 мл/т. Аэрозольную дезинсекцию инсектоакарицидами для защиты зернопродуктов проводили с помощью генератора горячего тумана пестицидов У1-УГТ [8].

Численность насекомых и клещей учитывали методом разбора проб на ситах. Для оценки биологической эффективности препаратов проводили учеты численности в партиях семенного и фуражного зерна, хранящихся в складских помещениях (в мешках или в насыпи) до и после обработки на 7, 14, 21, 35-й дни по каждому варианту опыта с использованием методик, предусмотренных ГОСТом 13586.6 – 93 [2, 8]. Для оценки продолжительности действия препаратов дополнительно проводили учет через 3 месяца [5].

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Исследования, проведенные 12–18 лет назад по изучению биологической эффективности инсектоакарицида Простор, КЭ, используемого в период хранения зерна и семян овощных культур в зернохранилищах Минского, Гомельского и Смолевичского районов, показали снижение численности жесткокрылых насекомых (долгоносики, точильщики) на 90,9–100 %, клещей и сеноедов – на 100 % (таблица 1). Применение инсектоакарицида Актеллик, КЭ 12–15 лет назад для защиты сельскохозяйственной продукции в складских помещениях Минского и Осиповичского районов обеспечивало снижение численности всех вредителей (долгоносики, точильщики, клещи, сеноеды) на 100 %.

Анализируя текущую ситуацию по защите незагруженных складских помещений в республике от амбарных вредителей, установлено, что с целью снижения численности и вредоносности насекомых и клещей перед загрузкой семенной продукции 99–100 % площадей зернохранилищ подлежит химической обработке.

Таблица 1 – Снижение численности вредителей запасов при хранении сельскохозяйственной продукции под влиянием инсектоакарицидов (зернохранилища базовых хозяйств)

Препарат	Норма расхода, мл/т, мл/м ³	Год	Район	Способ обработки	Численность до обработки, ос./кг			Биологическая эффективность на 7-й день учета, %		
					клещи	жесткокрылые	сеноеды	клещи	жесткокрылые	сеноеды
Актеллик, КЭ	16	2005*	Минский	влажная	28,0	0	2,0	100	–	100
	16	2008**	Осиповичский		25,0	16,0	0	100	100	–
	0,4	2006**	Осиповичский	аэрозольная	9,0	0	0	100	–	–
	0,4	2008**	Минский		21,0	2,0	0	100	100	–
Простор, КЭ	15	2002*	Минский	влажная	21,0	11,0	0	100	90,9	–
	15	2008**	Гомельский		23,0	6,0	0	100	100	–
	0,2	2008**	Смолевичский	аэрозольная	22,0	2,0	0	0	100	100

* Хранение в мешках; **хранение в насыпи.

На сегодняшний день от вредителей запасов согласно «Государственного реестра...» рекомендовано 19 препаратов [3]. Однако почти половину от общего количества зарегистрированных пестицидов составляют синтетические пиретроиды – 47,4 % (9 препаратов), которые имеют низкую биологическую эффективность против клещей. Фосфорорганические соединения, комбинированные препараты (ФОС+пиретроиды) и неорганические вещества представлены ограниченным и незначительным ассортиментом и составляют соответственно 4 препарата (21,0 % от общего количества), 1 (5,3 %) и 5 (26,3 %) (рисунок 1).

Ранжирование препаратов показало, что пиретроиды представлены пятью действующими веществами: циперметрин (33,4 % от общего количества), альфа-циперметрин (33,3 %), перметрин (11,1 %), дельтаметрин (11,1 %), лямбда-цигалотрин (11,1 %), фосфорорганические соединения – триа: пиримифос-метил (25,0 %), фозалон (25,0 %), малатион (50,0 %) (рисунок 2).

В настоящее время в складских помещениях широко применяются в республике как против насекомых, так и клещей препараты инсектоакарицидного действия: Актеллик, КЭ, Фуфанон, КЭ и Простор, КЭ.

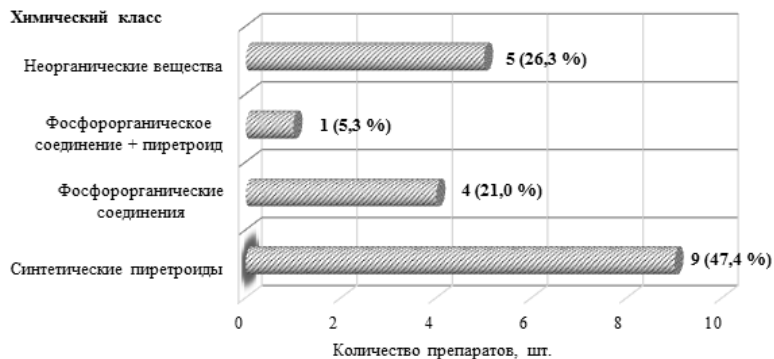


Рисунок 1 – Структура пестицидов по химическим классам, рекомендуемых от вредителей запасов [3]



Рисунок 2 – Структура пестицидов по содержанию действующих веществ, рекомендуемых от вредителей запасов [3]

При использовании такого ограниченного ассортимента химических групп и препаратов на протяжении длительного времени могут быть созданы предпосылки для развития устойчивости вредителей. Поэтому нами были проведены исследования по оценке их биологической эффективности для защиты от амбарных вредителей.

Учитывая сложившуюся ситуацию, для предупреждения и преодоления резистентности необходимо постоянное чередование и расширение ассортимента препаратов соединениями различного механизма действия или поиск новых токсикантов. Поэтому в исследования нами был включен новый комбинированный инсектицид (ФОС+пиретроид) – Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л), причем д.в. хлорпирифос ранее не использовалось в зернохранилищах.

Для изучения динамики численности под влиянием инсектоакарицидов из остаточной партии фуражного ячменя сорта Атаман длительного хранения, зараженной вредителями с высокой численностью были отобраны опытные образцы зерна (5 проб по 50 кг) для хранения в закрытом складском помещении. Отбор проб зерна для закладки опыта проводили при температуре воздуха +6,0 °С, в зернохранилище +8,0 °С; средняя температура насыпи зерна +12,5 °С; относительная влажность 68,5 %. Закладка опыта осуществлялась в два срока. Обработку зерна инсектоакарицидами Фуфанон, КЭ, Актеллик, КЭ и Пиринекс Супер, КЭ проводили 10 апреля; Простор, КЭ – 23 июля. По завершению опыта остатки проб были утилизированы, а в складском помещении проведена дезинсекция.

Следует отметить, что ранее в техноценозах зернохранилищ, где были отобраны пробы, изучаемая популяция вредителей запасов систематически подвергалась воздействию таких действующих веществ как пиримифос-метил и композиции малатиона с бифентрином.

Согласно фаунистическому анализу, видовой состав в партии оставшегося фуражного зерна ячменя включал насекомых из отряда жесткокрылых (Coleoptera): рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.), зерновой точи́льщик (*Rhyzopertha dominica* F.), короткоусый мукоед (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.), булавоусый хрущак (*Tribolium castaneum* Herbst.), малый мучной хрущак (*Tribolium confusum* Duv.), суринамский мукоед (*Oryzaephilus surinamensis* L.) и отряда сеноеды (Psocoptera): пыльная вошь (*Atropos pulsatoria* L.), а также клещей (отряд Acarina): мучной (*Acarus siro* L.), удлиненный (*Tyrophagus putrescentiae* Zach.) и обыкновенный волосатый (*Glycyphagus destructor* Ouds.).

Перед закладкой опыта в хранящейся партии остаточного зерна численность вредных организмов перед обработкой (10 апреля) составляла 6495 ос./кг, из них жесткокрылых насекомых 4240 ос./кг: зернового точи́льщика – 1490 ос./кг, рисового долгоносика – 955 ос./кг, короткоусого мукоеда – 840 ос./кг, малого мучного хрущака – 510 ос./кг, булавоусого хрущака – 305 ос./кг, суринамского мукоеда – 30 ос./кг; пыльной вши – 110 ос./кг; клещей – 2255 ос./кг. Доминирующими видами являлись клещи (индекс доминирования 34,7 %), зерновой точи́льщик (22,9 %), рисовый долгоносик (14,7 %) и короткоусый мукоед (12,9 %).

Перед обработкой препаратом Простор, КЭ (23 июля) численность вредителей запасов достигала 4260 ос./кг, из них насекомых 3600 ос./кг: зернового точи́льщика – 2420 ос./кг, рисового долгоносика – 120 ос./кг, короткоусого мукоеда – 100 ос./кг, малого мучного хрущака – 20 ос./кг, булавоусого хрущака – 940 ос./кг;

клещей – 660 ос./кг. Таким образом, эффективность изучаемых препаратов была определена на фоне высокой численности членистоногих. В таблице 2 представлены данные по изменению численности доминирующих видов жесткокрылых под влиянием инсектоакарицидов.

Таблица 2 – Динамика численности доминантных жесткокрылых насекомых при длительном хранении после обработки инсектоакарицидами (зернохранилище, опытные образцы остаточной партии фуражного зерна ячменя, сорт Атаман, 2019 г.)

Препарат, д.в., норма расхода	Вид насе- комого	Численность имаго, ос/кг по дням учетов					
		до обра- ботки	7-й	14-й	21-й	35-й	90-й
Дата учетов		10.04	17.04	24.04	01.05	15.05	09.07
Фуфанон, КЭ (малатион, 570 г/л), 30 мл/т	Рисовый долгоносик	955,0	0	0	0	0	0
	Зерновой точильщик	1490,0	60,0	30,0	5,0	20,0	20,0
	Короткоу- сый мукоед	840,0	10,0	0	5,0	0	0
Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л), 16 мл/т	Рисовый долгоносик	955,0	0	0	10,0	5,0	0
	Зерновой точильщик	1490,0	745,0	295,0	305,0	215,0	320,0
	Короткоу- сый мукоед	840,0	15,0	0	0	0	0
Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л+бифентрин, 20 г/л), 10 мл/т	Рисовый долгоносик	955,0	5,0	5,0	0	10,0	0
	Зерновой точильщик	1490,0	80,0	10,0	5,0	5,0	20,0
	Короткоу- сый мукоед	840,0	10,0	0	0	0	0
Дата учетов		23.07	30.07	06.08	13.08	20.08	24.10
Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л+ малатион, 400 г/л), 15 мл/т	Рисовый долгоносик	120,0	0	20,0	60,0	20,0	880,0
	Зерновой точильщик	2420,0	3480,0	220,0	220,0	140,0	2780,0
	Короткоу- сый мукоед	100,0	60,0	80,0	60,0	20,0	160,0

Установлено, что применение препарата Фуфанон, КЭ обеспечило практически полную защиту зерна от заражения всеми встречаемыми видами вредителей (рисовый долгоносик, зерновой точильщик, короткоусый мукоед, булавоусый хрущак, малый мучной хрущак, суринамский мукоед) в течение 3 месяцев: гибель насекомых колебалась от 96,0 до 100 % (таблица 3).

При использовании инсектоакарицида Актеллик, КЭ за период 90 суток гибель комплекса насекомых в среднем достигала 90,5-97,5 %, изменяясь в зависимости от вида насекомого. Следует выделить зернового точильщика, численность которого варьировала от 50,0 % (7-й день после обработки) до 85,6 % (35-й день) (таблица 3). Вместе с тем, существуют данные российских авторов, которые объясняют снижение биологической эффективности против зернового точильщика некоторых фосфорорганических соединений тем, что вредитель обладает природной устойчивостью [6]. Таким образом, данный вопрос требует проведения дальнейших исследований.

Таблица 3 – Изменение биологической эффективности инсектоакарицидов в зависимости от доминантных видов жесткокрылых насекомых (зернохранилище, опытные образцы остаточной партии фуражного зерна ячменя, сорт Атаман, 2019 г.)

Препарат, д.в., норма расхода	Вид насекомого*	Биологическая эффективность по дням учетов, %				
		7-й	14-й	21-й	35-й	90-й
Дата учетов		17.04	24.04	01.05	15.05	09.07
Фуфанон, КЭ (малатион, 570 г/л), 30 мл/т	Рисовый долгоносик	100	100	100	100	100
	Зерновой точильщик	96,0	98,0	99,7	98,7	98,7
	Короткоусый мукоед	98,8	100	99,4	100	100
Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л), 16 мл/т	Рисовый долгоносик	100	100	99,0	99,5	100,0
	Зерновой точильщик	50,0	80,2	79,5	85,6	78,5
	Короткоусый мукоед	98,2	100	100	100	100
Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л+бифентрин, 20 г/л), 10 мл/т	Рисовый долгоносик	99,5	99,5	100	99,0	100
	Зерновой точильщик	94,6	99,3	99,7	99,8	98,7
	Короткоусый мукоед	98,8	100	100	100	100
Дата учетов		30.07	06.08	13.08	20.08	24.10
Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л+ малатион, 400 г/л), 15 мл/т	Рисовый долгоносик	100	83,3	50,0	83,3	0
	Зерновой точильщик	0	90,9	90,9	94,2	0
	Короткоусый мукоед	40,0	20,0	40,0	80,0	0

Примечания: 1.* стадия насекомых – имаго; 2. Дата обработки инсектоакарицидами Фуфанон, КЭ, Актеллик, КЭ, Пиринекс Супер, КЭ – 10 апреля; Простор, КЭ – 23 июля

Нами получены предварительные данные о снижении чувствительности рисового долгоносика, зернового точильщика, короткоусого мукоеда к комбинированному препарату Простор, КЭ.

Так, биологическая эффективность инсектоакарицида против рисового долгоносика снизилась до 50,0 % на 21-й день учета после обработки (таблица 3). Численность зернового точильщика на 7-й день не снижалась, а действие препарата отмечалось только через 2 недели. Гибель короткоусого мукоеда на протяжении 3 недель составляла лишь 20,0–40,0 % (таблица 3). Через 3 месяца после обработки препарат Простор, КЭ не сдерживал развитие доминантных жесткокрылых насекомых, численность превышала уровень варианта до обработки (таблица 2). В то время как согласно данным российских авторов (Г.А. Закладной и др., 2013) при проведении исследований по изучению эффективности препарата Простор, КЭ в зернохранилищах Саратовской области России в течение 4 месяцев сохранялась высокая степень (95,0–100 %) защиты зерна от заражения рисовым долгоносиком и зерновым точильщиком [6].

Установлено, что применение инсектоакарицида Пиринекс Супер, КЭ способствовало снижению численности жесткокрылых насекомых в течение 3 месяцев от 94,6 до 100 % (таблица 3).

Определено, что высокую биологическую эффективность против клещей на протяжении 3 месяцев обеспечило применение инсектоакарицидов Фуфанон, КЭ и Пиринекс Супер, КЭ на фоне численности до обработки 2255,0 ос./кг (таблица 4): гибель составляла 98,0–100 % и 96,5–100 % соответственно (таблица 5). Однако численность клещей под влиянием препарата Актеллик, КЭ в течение данного периода колебалась от 30,0 до 595,0 ос./кг (таблица 4). При этом отмечалось снижение чувствительности клещей к препарату: гибель составляла 73,6 % (7-й день учета после обработки) (таблица 5).

Таблица 4 – Динамика численности клещей при длительном хранении зерна после обработки инсектоакарицидами (зернохранилище, опытные образцы остаточной партии фуражного зерна ячменя, сорт Атаман, 2019 г.)

Препарат	Норма расхода, мл/т	Численность, ос./кг по дням учетов					
		до обра-ботки	7-й	14-й	21-й	35-й	90-й
Дата учетов		10.04.	17.04	24.04	01.05	15.05	09.07
Фуфанон, КЭ	30	2255,0	45,0	0	5,0	20,0	0
Актеллик, КЭ	16		595,0	70,0	30,0	50,0	60,0
Пиринекс Супер, КЭ	10		80,0	45,0	0	5,0	20,0
Дата учетов		23.07.	30.07	06.08	13.08	20.08	24.10
Простор, КЭ	15	660,0	200,0	240,0	300,0	340,0	3480,0

* Стадия насекомых – имаго, нимфы, личинки.

При наблюдении за численностью клещей под влиянием Простора, КЭ применяемого в конце июля отмечено, что биологическая эффективность была не высокой: максимальное значение составило 69,7 % (7-й день), постепенно снижаясь до 48,5 (35-й день) (таблица 5), при этом численность до обработки достигала 660,0 ос./кг (таблица 4).

Таблица 5 – Биологическая эффективность инсектоакарицидов от клещей для защиты зерна (зернохранилище, опытные образцы остаточной партии фуражного зерна ячменя, сорт Атаман, 2019 г.)

Препарат	Норма расхода, мл/г	Биологическая эффективность по дням учетов, %				
		7-й	14-й	21-й	35-й	90-й
Дата учетов		17.04	24.04	01.05	15.05	09.07
Фуфанон, КЭ	30	98,0	100	99,8	99,3	100
Актеллик, КЭ	16	73,6	96,9	98,7	97,8	97,3
Пиринекс Супер, КЭ	10	96,5	98,0	100	99,8	99,1
Дата учетов		30.07	06.08	13.08	20.08	24.10
Простор, КЭ	15	69,7	63,6	54,5	48,5	0

Примечание. Дата обработки инсектоакарицидами Фуфанон, КЭ, Актеллик, КЭ, Пиринекс Супер, КЭ – 10 апреля; Простор, КЭ – 23 июля.

Согласно литературным данным [14], установлено, что резистентность к малатиону является специфической и связана с более высокой активностью эстераз. Поэтому для борьбы с вредителями устойчивой популяции к малатиону, в ротации можно применять фосфорорганические пестициды – пиримифос-метил, в том случае если популяция к нему чувствительна.

По полученным предварительным данным по изучению биологической эффективности препарата Пиринекс Супер, КЭ установлено, что численность клещей снижалась на 96,5–100 % (таблица 5).

Таким образом, вопрос формирования резистентных популяций вредителей запасов требует проведения исследований по определению уровня чувствительности к инсектоакарицидам, повсеместно применяемым в настоящее время.

Заключение. Ретроспективный анализ биологической эффективности широко используемых препаратов Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) и Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л) в складских помещениях против вредителей запасов показал изменения, что обусловлено систематическим применением данных инсектоакарицидов. Так, эффективность Актеллика, КЭ против зернового точильщика снижалась до 50,0 %, против клещей – до 73,6 %; Простора, КЭ – против рисового долгоносика до 50,0 %, короткоусого мукоеда – до 20,0 %, клещей – до 48,5 %.

С целью расширения ассортимента и использования в схемах чередования изучена эффективность нового комбинированного препарата Пиринекс Супер, КЭ, которая достигала 94,6–100 % против жесткокрылых насекомых и клещей.

Таким образом, полученные результаты показывают целесообразность проведения систематического мониторинга чувствительности вредителей запасов к инсектоакарицидам. Это позволит предотвратить снижение биологической эффективности и формирование резистентности у амбарных вредителей к регулярно применяемым препаратам, обосновать тактику использования соединений различного механизма действия и поиск новых токсикантов.

Список литературы

1. Гонтаренко, Т. Вредители запасов и защитные мероприятия при хранении зерна [Электронный ресурс] / Т. Гонтаренко. – Режим доступа: <http://farmers.kz/ru/news/cereals/vrediteli-zapasov-i-zashchitnye-meropriyatiya-pri-hranenii-zerna>. – Дата доступа: 27.03.2020.
2. ГОСТ 13586.6-93 Зерно. Методы определения зараженности вредителями. – Мн.: Издательство стандартов, 1994. – Стандарттриформ, 2009. – 10 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А.В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
4. Закладной, Г. А. Ассортимент жидких инсектицидов против вредителей запасов зерна / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2014. – № 9. – С. 32 – 33.
5. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2006. – №6. – С. 83-104.
6. Закладной, Г. А. Путеводитель по борьбе с вредителями хлебных запасов и «Простор» как средство борьбы с ними / Г. А. Закладной [и др.]; под общ. ред. Г. А. Закладного. – М., 2003. – С. 1-7.
7. Захаренко, В. А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам – мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестник защиты растений. – 2001. – Вып. 1. – С. 3-17.
8. Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов: утв. Комитетом по хлебопродуктам при Минсельхозпрод Респ. Беларусь 17.01.00. – Минск, 2000. – 414 с.
9. Клечковський, Ю. Е. Можливості управління резистентністю шкідників продовольчих запасів до фосфіну / Ю. Е. Клечковський, С. Ф. Нямцу // Карантин і захист рослин. – 2016. – № 8-9. – С. 1-4.
10. Левченко, Е. А. Лабораторная оценка токсичности ряда инсектицидов для амбарного долгоносика и булавового малого хрущака / Е. А. Левченко // Агрохимия. – 1986. – № 4. – С. 90-95.
11. Мордкович, Я. Б. Проблемы общие, и решать их надо вместе // Я. Б. Мордкович // Защита и карантин растений. – 2010. – № 4. – С. 34-35.
12. Резистентность вредителей запасов к фумигантам / Я. Б. Мордкович [и др.] // Защита и карантин растений. – 2000. – № 3. – С. 37.
13. Рославцева, С. А. Инсектоакарициды и резистентность членистоногих к ним / С. А. Рославцева // Агрохимия. – 1991. – № 5. – С.141-148.
14. Рославцева, С. А. Резистентность к инсектоакарицидам вредителей запасов / С. А. Рославцева, Л. Н. Диденко // Энциклопедия вредителей. – 2007. – № 3. – С. 42-46.

15. Сухорученко, Г. И. Формирование резистентности к инсектицидам в популяциях колорадского жука из разных регионов европейской части России / Г. И. Сухорученко, Т. И. Васильева, Г. П. Иванова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 8. – С. 3-8.

16. Phosphine resistance in *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) collected from grain storage facilities in Oklahoma, USA / С. E. Konemann [et. al.] // Journal of Economic Entomology. – 2017. – Vol. 110, N 3. – P. 1377-1383.

17. Phosphine resistance in *Tribolium castaneum* and *Rhyzopertha dominica* from stored wheat in Oklahoma / G. P. Opit [et. al.] // Journal of Economic Entomology. – 2012. – Vol. 105, N 4. – P. 1107-1114.

18. Phosphine resistance in North American field populations of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) / E. Afful [et. al.] // Journal of Economic Entomology. – 2018. – Vol. 111, N 1. – P. 463-469.

E.V. Brechko, L.I. Trepashko, E.O. Stefanenkova

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

REDUCTION OF STOCK PESTS SENSITIVITY TO INSECTOACARICIDES IN BELARUS

Annotation. The article presents a retrospective analysis of the biological effectiveness of insectoacaricides widely used in granaries - Actellik, EC (pirimifos-methyl, 500 g/l) and Prostor, EC (bifenthrin, 20 g/l + malathion, 400 g/l) to protect agricultural products at storage. For the first time, a decrease in the effectiveness of preparations containing pirimiphos-methyl against grain beetle (*Rhyzopertha dominica* F.) and mites (Acarina), a composition of malathion and bifenthrin against rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.), brachycerous cucuid beetle (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.) and mites (Acarina) is determined. In order to expand the assortment, the biological effectiveness of the insectoacaricide Pirinex Super, EC (chlorpyrifos, 400 g/l + bifenthrin, 20 g/l) has been studied. Further monitoring of the state of stock pest populations and the search for new insectoacaricides for use in technocenoses of granaries is indicated.

Key words: stock pests, rice weevil, grain beetle, brachycerous cucuid beetle, sensitivity, insectoacaricides, biological effectiveness.

МОНИТОРИНГ ИМАГО СТЕБЛЕВОГО КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИ ФЕНИЛАЦЕТАЛЬДЕГИДА И 4-МЕТОКСИФЕНИЛОВОГО СПИРТА В БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. В статье приведены результаты мониторинга имаго стеблевого кукурузного мотылька при использовании в качестве аттрактанта смеси фенилацетальдегида и 4-метоксифенилового спирта, ловушек контейнерного и барьерного типов в 2018–2019 гг. Установлено, что наиболее перспективными для мониторинга имаго вредителя являются ловушки контейнерного типа. На основании рассчитанных статистических моделей, учитывающих количество имаго, отловленных на них, можно прогнозировать численность яйцекладок и поврежденность растений кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, стеблевой кукурузный мотылек, мониторинг, ловушки контейнерного и барьерного типов, 4-метоксифениловый спирт, фенилацетальдегид.

Введение. С начала XX века стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) является одним из широко распространенных и опасных вредителей кукурузы в Европе. *O. nubilalis* в странах ЕС ежегодно повреждает от 2,3 до 4 млн га посевов кукурузы, потери урожая составляют от 5,0 до 30,0 % [11, 12].

В Беларуси вспышки массового развития стеблевого мотылька отмечаются с 2010 г. По результатам исследований установлено, что в очагах, где численность фитофага превышает экономический порог вредоносности, поврежденность растений достигает 45,0–80,0 %, потери урожая составляют 15,0–20,0 % [1, 9].

Для снижения вредоносности стеблевого мотылька широко применяются химические защитные мероприятия. Рекомендуется проводить опрыскивание растений инсектицидами в наиболее уязвимую стадию развития фитофага – массовую откладку яиц (ЭПВ 1,0–4,0 яйцекладки / 100 растений при возделывании кукурузы на зерно; 3,0–8,0 яйцекладки / 100 растений – на зеленую массу). По данным исследований, опоздание со сроком обработки на 7–10 дней приводит к снижению биологической эффективности инсектицидов в среднем на 55,0 %, потери урожая зерна увеличиваются на 8,8–9,3 ц/га [3, 13].

Во многих странах мира сигнализация сроков применения защитных мероприятий от стеблевого мотылька проводится на основе данных мониторинга имаго с использованием в качестве аттрактантов искусственно синтезированных половых феромонов и ловушек типа «Дельта» [2, 5].

Согласно результатам исследований, проведенных совместно с сотрудниками ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений» в 2016–2018 гг. было установлено, что в Беларуси доминирует раса стеблевого мотылька «Z», самцы которой не реагировали на искусственно синтезированные половые феромоны самок рас «Z», «E» и гибридных вариантов. При этом на учётных посевах кукурузы численность яйцекладок стеблевого мотылька превышала ЭПВ и поврежденность растений перед уборкой составляла 32,0–46,0 % [6, 7]. Следовательно, мониторинг с использованием синтезированных половых феромонов в условиях Беларуси оказался не эффективным. В настоящее время для планирования применения инсектицидов проводится визуальный учет яйцекладок, который является достаточно трудоемким методом, поскольку необходимо осматривать растения, достигающие к этому времени фазы выбрасывание метелок-цветение и высоты более 1,5–2,0 м.

По литературным данным, в Венгрии ведутся исследования по разработке нового метода мониторинга имаго стеблевого мотылька, где в качестве аттрактанта используют искусственно синтезированную смесь 4-метоксифенилового спирта и фенилацетальдегида и ловушки контейнерного типа [10].

Целью наших исследований являлась оценка мониторинга имаго стеблевого мотылька с применением в качестве аттрактанта смеси 4-метоксифенилового спирта и фенилацетальдегида (4-МФС + Ф), ловушек контейнерного и барьерного типов для определения динамики численности имаго стеблевого мотылька.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке нового метода мониторинга имаго стеблевого мотылька проводили в 2018–2019 гг. Численность зимующих гусениц *Ostrinia nubilalis*, куколок, и заселенность ими растительных остатков в осенний и весенний периоды учитывали методом визуального осмотра с последующим вскрытием 100 пожнивных остатков кукурузы, взятых в 10 местах по диагонали поля. Для определения численности яйцекладок и гусениц стеблевого кукурузного мотылька, поврежденности фитофагом растений с периодичностью 10–14 дней отбирали пробы по 10 стеблей в 10 местах по диагонали опытного поля [3].

Динамику лета имаго *O. nubilalis* определяли в 2018 г. в УКСП «Совхоз «Доброволец» (Кличевский район, Могилевская область), дата установки ловушек – 19 июля, координаты поля № 1 – 53.499214, 29.163563,

поля № 2 – 53.535115, 29.125397. В схеме опыта использовали ловушки контейнерного типа «Бета» и барьерного типа, диспенсер представлял собой ватный валик (тампон) медицинский стоматологический, помещенный в полиэтиленовый мешочек размером 4×7,3 см, с отверстиями для эмиссии химических веществ (рисунки 1-3). В качестве аттрактанта использовали смесь 4-МФС + Ф, разведенную в соотношении 1:1, синтезированных фирмой Sigma-Aldrich Kft. (Budapest, Hungary).

В 2019 г. изучение динамики лета стеблевого мотылька проводили на производственных посевах кукурузы в Брестской (Березовский район, СУП «Савушкин Луч», дата установки ловушек – 10 июля, координаты поля: 52.490972, 24.928368), Гродненской (Гродненский район, «ПК им. В.И. Кремко», дата установки – 27 июня, координаты поля № 1: 53.514455, 23.952251, поля № 2: 53.533796, 23.871325), Минской (Минский район, ОАО «Щомыслица», дата установки – 2 июля, координаты: 53.818486, 27.427942), Могилевской (Кличевский район, УКСП «Совхоз «Доброволец» дата установки – 26 июня, координаты поля №1 – 53.499214, 29.163563, поля №2 – 53.535115, 29.125397) областях. Ловушки установили в начале лета имаго согласно прогнозу развития вредителя с учетом погодных условий. В 2019 г. для проведения мониторинга имаго стеблевого мотылька использовали ловушки только контейнерного типа «Бета» (рисунки 2–3).

Схема испытаний в 2019 г. включала два варианта: 1) ловушки оснащались диспенсером, обработанным смесью синтезированных химических веществ, и 2) контроль (также использовали ловушки контейнерного типа), в котором на диспенсер не наносили смесь веществ. Все варианты опыта имели четырехкратную повторность.

Результаты исследований статистически обработаны методами корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов с использованием программ Excel, Oda [4].

Результаты исследований и их обсуждение. В 2018 г. апробация нового метода мониторинга стеблевого мотылька с использованием в качестве аттрактанта смеси 4-метоксифенилового спирта и фенилацетальдегида (4-МФС + Ф) и ловушек контейнерного и барьерного типов проводилась в УКСП «Совхоз «Доброволец» Кличевского района Могилевской области на производственных посевах кукурузы, при её бессменном возделывании в течение 3 лет. По результатам маршрутных обследований, проведенных в 2015–2017 гг. поврежденность растений стеблевым мотыльком на данных полях достигла 45,0 %. Весной 2018 г. заселенность растительных остатков гусеницами фитофага составила 2,0–4,0 %, что обусловило целесообразность проведения на данных полях нового метода мониторинга имаго стеблевого мотылька.



Рисунок 1 – Ловушка барьерного типа (фото авторов)



Рисунок 2 – Ловушка контейнерного типа «Бета» в посевах кукурузы (фото авторов)



Рисунок 3 – Диспенсер – ватный тампон, обработанный смесью 4-метоксифенилового спирта и фенилацетальдегида и контейнер для его установки в ловушку «Бета» (фото авторов)



Рисунок 4 – Самки стеблевого кукурузного мотылька, отловленные на смесь 4-метоксифенилового спирта и фенилацетальдегида (фото авторов).

Ловушки контейнерного и барьерного типов были установлены в период прогнозируемого массового лета имаго 19.07 на двух полях площадью 50 и 80 га, в фазу растений кукурузы конец выбрасывания метелки.

В начале лета имаго сложились благоприятные погодные условия для развития стеблевого мотылька: среднесуточная температура воздуха составила +17,2 °С, сумма осадков достигла 128,0 мм, при ГТК – 4,4. В период от откладки яиц до отрождения гусениц и появления первых повреждений растений среднесуточная температура воздуха составила +20,3 °С, сумма осадков – 40,8 мм, ГТК – 2,5, что положительно повлияло на плодovitость фитофага, заселенность растений гусеницами и соответственно на поврежденность кукурузы.

По данным мониторинга имаго *O. nubilalis*, проведенного 26.07 на поле № 1 в ловушках контейнерного типа имаго вредителя не было обнаружено, на ловушках барьерного типа выявлено 0,5 имаго за 7 суток. На поле № 2 на ловушки контейнерного типа отловлено 0,75 самок стеблевого мотылька за 7 суток, в то время как на ловушках барьерного типа не обнаружено имаго фитофага (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика численности имаго стеблевого мотылька, отловленных ловушками контейнерного и барьерного типов в УКСП «Совхоз «Доброволец» (Кличевский район, Могилевская область, 2018 г.)

Тип ловушки	Дата учетов									Численность яйцекладок стеблевого мотылька, / 100 растений	Поврежденность растений перед уборкой, %
	26.07.			02.08.			16.08				
	Отловлено, ос. ловушку / 7 суток										
	все-го	♂	♀	все-го	♂	♀	все-го	♂	♀		
Поле № 1, бессменное возделывание кукурузы											
Контейнерный	0	–	–	0,25	–	0,25	0	–	–	2,0	40,0
Барьерный	0,5	–	0,5	0	–	–	0	–	–		
Поле № 2, бессменное возделывание кукурузы											
Контейнерный	0,75	–	0,75	0,25	–	0,25	0	–	–	3,0	54,0
Барьерный	0	–	–	0	–	–	0	–	–		

02.08 на полях № 1 и № 2 имаго стеблевого мотылька обнаружены только в ловушках контейнерного типа. Согласно результатам мониторинга, проведенного 16.08 ни на одном из полей в разных типах ловушек отсутствовали имаго стеблевого мотылька (таблица 1).

Одновременно с ревизией ловушек на двух опытных участках велись визуальные учеты заселенности растений яйцекладками и гусеницами вредителя. По данным мониторинга, 19.07 в фазе выбрасывание метелки-цветение кукурузы на поле № 1 и № 2 было обнаружено 2,0 и 3,0 яйцекладки / 100 растений соответственно. Перед уборкой кукурузы на поле № 1 поврежденность растений составила 40,0 %, на поле № 2 – 54,0 %. Исходя из того, что имаго стеблевого кукурузного мотылька было обнаружено только в 25,0 % ловушек барьерного типа, в 2019 г. было целесообразно использовать в опытах только ловушки контейнерного типа.

В 2019 г. на данных полях был продолжен мониторинг стеблевого мотылька. По результатам анализа пожнивных остатков установлено увеличение их заселенности гусеницами стеблевого мотылька до 8,3–15,5 % по сравнению с данными 2018 г.

Для дальнейшего прогнозирования развития стеблевого кукурузного мотылька проанализировали влияние погодных условий 2019 г. на фенологию вредителя. В Кличевском районе активное развитие гусениц стеблевого мотылька после зимней диапаузы отмечено в III декаде апреля и завершилось за 39 дней, при среднесуточной температуре воздуха +17,0 °С, сумме осадков – 49,6 мм, ГТК – 0,75, растения кукурузы к окончанию данного периода достигли фазы 6–7 листьев. Окукливание началось в I декаде июня, при среднесуточной температуре воздуха +21,3 °С, сумме осадков 9,3 мм и ГТК – 0,48 и продолжалось 9 дней. Имаго вылетели во II декаде июня при среднесуточной температуре воздуха +22,4 °С, сумме осадков – 8,4 мм и ГТК – 1,11 отмечено начало откладки яиц. В III декаде июня согласно проведенным наблюдениям установлено отрождение гусениц стеблевого мотылька.

Для оценки эффективности нового метода мониторинга имаго вредителя с использованием в качестве аттрактанта смеси 4-МФС + Ф, ловушки контейнерного типа установили 26.06 в фазу 10-12 листьев кукурузы на тех полях, где проводили испытание в 2018 г.

По данным учетов, проведенных 02.07 на поле № 1 отловлено 1,8 самца и 8,2 самок / на ловушку за 7 суток. По результатам визуального осмотра выявлена 1,0 яйцекладка стеблевого мотылька / 100 растений. На поле № 2 за 7 суток отловлено 0,8 самца и 23,4 самок стеблевого кукурузного мотылька / ловушку. При визуальном осмотре кукурузы на данном посеве отмечено 2,0 яйцекладки и 2,0 гусеницы 2-го возраста стеблевого мотылька / 100 растений (таблица 2). Для оценки влияния предшественника на вредоносность стеблевого мотылька провели визуальный учет поврежденности кукурузы, возделываемой после озимого тритикале, в результате которого, на данном посеве не обнаружено растений, поврежденных фитофагом.

По данным мониторинга, проведенного 16.07. на поле № 1 в ловушках не было обнаружено имаго стеблевого мотылька. На поле № 2 за 7 суток численность стеблевого мотылька составила 0,9 имаго / ловушку. 01.08 только на поле № 2 была отловлена 0,1 самка / ловушку за 7 суток (таблица 2). Согласно результатам визуальных учетов, проведенных в фазу молочно-восковой спелости зерна кукурузы, установлено, что на поле № 1 стеблевым мотыльком было повреждено 27,0 % растений, урожайность зеленой массы составила 400,0 ц/га, при потерях урожая 8,0 %. На поле №2 поврежденность растений стеблевым мотыльком составила 43,0 %, урожайность зерна – 106,0 ц/га, потери урожая – 15,0 %.

Таблица 2 – Динамика численности имаго стеблевого мотылька, отловленных ловушками контейнерного типа при бессменном возделывании кукурузы в УКСН «Совхоз «Доброволец» (Кличевский район, Могилевская область, 2019 г.)

Вариант	Дата учетов									Численность стеблевого мотылька, ос. / 100 растений	Поврежденность растений перед уборкой, %
	02.07.			16.07.			01.08				
	Отловлено, ос. ловушку / 7 суток										
	все-го	♂	♀	все-го	♂	♀	все-го	♂	♀		
Поле № 1											
Смесь 4-МФС и Ф	10,0	1,8	8,2	0	–	–	0	–	–	1,0 яй-цекладка	27,0
Контроль (не обработанный диспенсер)	0	–	–	0	–	–	0	–	–		
Поле № 2											
Смесь 4-МФС и Ф	24,2	0,8	23,4	0,9	0,3	0,6	0,1	–	0,1	2,0 яй-цекладки и 2,0 гусеницы	43,0
Контроль (не обработанный диспенсер)	0	–	–	0	–	–	0	–	–		

Апробацию нового метода мониторинга имаго *O. nubilalis* проводили на участках, где в 2017-2018 гг. была высокая численность вредителя. В Гродненской области («ПК им. В.И. Кремко»), на производственных посевах кукурузы ловушки контейнерного типа установили 27.06 на двух посевах кукурузы, возделываемой после зерновых предшественников (озимого тритикале и озимой пшеницы соответственно) на площади 80 и 100 га, в фазу растений 12 листьев.

Согласно результатам учетов, проведенных 04.07 на поле № 1 было отловлено за 7 суток 0,5 самки и на поле № 2 – 0,7 самки стеблевого мотылька / ловушку. Следует отметить, что по результатам визуальных учетов выявлено 0,01 яйцекладки / 100 растений (таблица 3). 17.07 на поле № 1 за 7 суток в среднем на ловушку обнаружено 0,3 самца и 0,8 самки стеблевого кукурузного мотылька. На поле № 2 в ловушках отсутствовали особи стеблевого мотылька (таблица 3).

Для оценки вредоносности стеблевого кукурузного мотылька был проведен визуальный осмотр растений кукурузы перед уборкой, по результатам которого установлена 6,5 %-ная поврежденность растений на поле № 1, при урожайности зерна 178,5 ц/га, потери урожая составили 2,7 %. На поле № 2 было повреждено 10,0 % растений, что привело к потерям 3,0 %, при урожайности зеленой массы – 434,5 ц/га.

Таблица 3 – Динамика численности имаго стеблевого мотылька, отловленных ловушками «Бета» при возделывании кукурузы после зерновых предшественников в «ПК им. В.И. Кремко» (Гродненский район, Гродненская область, 2019 г.)

Вариант	Дата учетов						Численность стеблевого мотылька, ос./ 100 растений	Поврежденность растений перед уборкой, %
	04.07.			17.07.				
	Отловлено, ос. ловушку / 7 суток							
	всего	♂	♀	всего	♂	♀		
Поле № 1								
Испытываемая смесь	0,5	–	0,5	1,1	0,3	0,8	0,01 яйцекладка	6,5
Контроль	0	–	0	0	–	–		
Поле № 2								
Испытываемая смесь	0,7	–	0,7	0	–	–	0,01 яйцекладка	10,0
Контроль	0	–	–	0	–	–		

С целью мониторинга имаго стеблевого кукурузного мотылька в Минской области (ОАО «Щомыслица») подобран производственный посев кукурузы, возделываемой бессменно. Ловушки контейнерного типа с испытываемой смесью химических веществ были установлены 02.07, в фазу растений 12-14 листьев. По данным учетов, проведенных 16.07 и 02.08 в ловушках не обнаружено имаго стеблевого мотылька. На учётном поле поврежденность растений кукурузы составила 2,0 %.

В Березовском районе Брестской области (СУП «Савушкин-Луч») в производственных посевах кукурузы, возделываемой бессменно, ловушки с испытываемой смесью химических веществ разместили 10.07, в фазе выбрасывания метелки. По результатам мониторинга в ловушках не было обнаружено имаго стеблевого мотылька. Перед уборкой на опытном поле поврежденность растений фитофагом составила 3,0 %.

С целью разработки прогноза заселенности растений яйцекладками (гусеницами) на основе предварительных результатов о количестве отловленных имаго провели статистическую обработку полученных данных. Это позволило установить прямую сильную зависимость между численностью яйцекладок стеблевого мотылька и количеством отловленных имаго обоих полов и самок (коэффициент корреляции (r) составил 0,98 и 0,99 соответственно) (таблица 4). В связи с невысокой численностью отловленных самцов корреляцию с поврежденностью растений не проводили.

Таблица 4 – Зависимость заселенности растений яйцекладками (гусеницами) стеблевого кукурузного мотылька от количества отловленных имаго ловушкам «Бета»

Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции
$y=0,17x-0,28$	0,98
$y=0,17x_1-0,21$	0,99

Примечание.

y – количество яйцекладок (гусениц), шт./100 растений;

x – общее количество отловленных имаго /ловушку за 7 суток;

x_1 – количество самок/ловушку за 7 суток;

x_2 – количество самцов/ловушку за 7 суток.

По результатам статистической обработки полученных данных установлена прямая сильная зависимость между поврежденностью растений и общим количеством отловленных имаго обоих полов и самок ($r=0,97$ и $0,94$ соответственно) (таблица 5).

Таблица 5 – Зависимость поврежденности растений* стеблевым кукурузным мотыльком от количества отловленных имаго ловушками «Бета»**

Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции
$y_1=1,51x_1+8,0$	0,97
$y_1=1,53 x_2+8,91$	0,94

Примечание – *перед уборкой; **отловленных на ловушку за 7 суток;

y_1 – поврежденность растений перед уборкой, %;

x_1 – общее количество отловленных имаго / ловушку за 7 суток;

x_2 – количество самок / ловушку за 7 суток.

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований установлена эффективность мониторинга имаго стеблевого мотылька с использованием в качестве аттрактанта смеси фенилацетальдегида и 4-метоксифенилового спирта и ловушек контейнерного типа. На основании результатов исследований рассчитаны уравнения регрессии, отражающие зависимость заселенности растений яйцекладками стеблевого мотылька, поврежденности растений перед уборкой от количества отловленных имаго вредителя. При продолжении настоящих исследований полученные данные позволят составить статистическую модель для прогноза вредоносности стеблевого мотылька на конкретном посеве кукурузы для биологического и экономического обоснования целесообразности внесения инсектицидов в оптимальные сроки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований по договору № Б19МС-024 по теме «Изучить аттрактивность синтезированных химических веществ для мониторинга стеблевого мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в посевах кукурузы на территории Беларуси и Венгрии».

Список литературы

1. Быковская, А. В. Оптимизация применения инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в Беларуси / А. В. Быковская, Л. И. Трепашко // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы 4-й междунар. науч.-практ. конф.; науч. ред. В. С. Паштетский. – Симферополь: ИТ “Ариал”. – 2019. – С. 23–25.
2. Войняк, В. И. Эффективность половых феромонов вредителей кукурузы / В. И. Войняк, Б. Г. Ковалев // Защита и карантин растений. – 2010. – № 7. – С. 25–26.
3. Вредители кукурузы и мероприятия по их ограничению в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] // Земледелие и защита растений: приложение. – 2017. – № 2. – С. 23–30.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. / Б. А. Доспехов. – Колос, 1979. – 415 с.
5. Испытания полового феромона *Ostrinia nubilalis* Hbn. в новых очагах массового размножения вредителя: первые результаты / А. Н. Фролов [и др.] // Российско-белорусский семинар по вопросам защиты кукурузы от вредителей: сб. тр. / ВИЗР. – СПб-Пушкин, 2015. – С. 16–22.
6. Межпопуляционная изменчивость ответов самцов кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae) на феромонные композиции: анализ электроантеннограмм / М. И. Жуковская [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 308–310.
7. Новые очаги массовых размножений кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* в Беларуси и России: тревожный вызов устойчивым знаниям о вредителе / И. В. Грушевая [и др.] // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы: материалы 1-й Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2015. – С. 93–97.
8. О перспективах применения смеси фенилацетальдегида и 4-метоксифенилового спирта как аттрактанта для мониторинга стеблевого кукурузного мотылька в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19-21 ноября 2019 г. / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»; редкол.: А. В. Дерунков (отв. ред.). – Минск, 2019. – С. 384–388.

9. Трепашко, Л. И. Фитосанитарная ситуация в посевах кукурузы / Л. И. Трепашко, А. В. Быковская // Фитосанитарная ситуация в Беларуси в условиях изменения климата. – Минск, 2019. – С. 25–27.

10. An Improved Female-targeted Semiochemical Lure for the European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. and comparison of ITS performance with that synthetic pheromone / M. Toth [et. al] // Information bulletin IOBC/EPRS: Materials of the XII session at the IOBC / EPRS General Assembly (dedicated to the 40th anniversary activities) and repofis of the International scientific conference «Biological plant protection: achievements, problems, prospects» SPB. – 2017. – № 52. – P. 359–360.

11. Biotechnology and the European Corn Borer: Measuring Historical Farmer Perceptions and Adoption of Transgenic Bt Corn as a Pest Management Strategy / D. P. Clinton [et al.] // J. Econ. Entomol. – 2002. – Vol. 95, № 5. – P. 878–892.

12. Brookes, G. The existing and potential impact of using GM insect resistant (GMIR) maize in the European Union / G. Brookes // PG Economics, UK [Electronic resource]. – 2009. – Mode of access: http://www.webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:t_IFUKlQtZ4J:www.pgeconomics.co.uk/pdf/btmaizeeuropejune2009.pdf+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=by. – Date of access: 26.02.2011.

13. Ecological corn borer control: ploughing, chemicals or Bt maize? [Electronic resource] / B. Hommel. – GMO Safety, 2011. – Mode of access: www.gmo-safety.eu/focus/1361.ploughing-chemicals-bt-maize.html. – Date of access: 05.03.2014.

A.V. Bykovskaya, L.I. Trepashko, A.S. Samonov

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

MONITORING OF THE EUROPEAN CORN BORER IMAGO WITH THE USE OF PHENYLACETALDEHYDE AND 4-METOXYPHENYL ALCOHOL IN BELARUS

Annotation. The article presents the results of monitoring the imago of the European corn borer using a mixture of phenyl acetaldehyde and 4-methoxyphenyl alcohol as an attractant, container and barrier – type traps in 2018–2019. It is determined that container-type traps are the most promising for monitoring the pest imago. Based on the calculated statistical models, taking into account the number of adults caught by them, it is possible to predict the number of ovipositions and damage to corn plants.

Key words: corn, the European corn borer, monitoring, container and barrier traps, 4-methoxyphenyl alcohol, phenylacetaldehyde.

ВЛИЯНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ИНСЕКТОКАРИЦИДОВ НА РАЗВИТИЕ СОСУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЯБЛОНИ

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

Аннотация. Установлено, что в годы массового развития сосущих вредителей (2019–2020 гг.) в насаждениях промышленного типа в Беларуси поврежденность побегов яблонной листовой галлицей (*Dasyneura mali* Kieff.) достигает 42,7 %, численность красного плодового клеща (*Metatetranychus ulmi* Koch.) – 10,3 особей на лист. Эффективность трехкратного применения двухкомпонентных инсектицидов против яблонной листовой галлицы, в периоды наиболее уязвимые для развития фитофага, по снижению вредоносности в период вегетации составляет 83,4–86,4 %, а по численности зимующих личинок достигает 77,9 %. Двукратное применение препаратов против красного плодового клеща обеспечивает эффективность защитных мероприятий по снижению численности вредителя в период вегетации на уровне 80–90 % и 70 % по количеству зимующих яиц.

Ключевые слова: яблоня, интенсивные сады, яблонная листовая галлица, красный плодовой клещ, распространенность, вредоносность, средства защиты, эффективность применения.

Введение. Состав вредных насекомых, повреждающих плодовые культуры, отличается большим разнообразием и неоднородностью по образу жизни и характеру наносимого вреда, так как среда обитания, образуемая многолетними насаждениями, обуславливает постоянное размножение и накопление видов фитофагов, повреждающих деревья во все фазы их развития [2]. Кроме того, интенсификация отрасли привела к нарушению механизмов естественного регулирования в системах «кормовое растение–фитофаг–энтомофаг», в результате чего возросла численность и вредоносность фитофагов, ранее не имевших экономического значения. В сложных экологических условиях наиболее быстро восстанавливается популяционный уровень и возрастает вредоносность таких фитофагов, как галлицы, растительоядные клещи и др., так как они характеризуются коротким циклом развития, высокой плодовитостью, большим количеством поколений и в короткие сроки при благоприятных погодных условиях даже при низкой

исходной плотности популяции способны достигать численности, приводящей к ощутимым потерям урожая [4].

Ограниченный и фактически не обновлявшийся на протяжении последних лет ассортимент препаратов, рекомендованных для применения на плодовых культурах в Беларуси серьезно осложняет проведение эффективных защитных мероприятий против комплекса сосущих фитофагов. Многократное и ежегодное применение одних и тех же средств защиты приводит к отбору резистентных к пестицидам популяций [8]. В последние годы в Беларуси в садах интенсивного типа из комплекса сосущих вредителей широко распространены яблонная листовая галлица (*Dasyneura mali* Kieff.) и плодовые клещи (*Metatetranychus ulmi* Koch. и *Bryobia redikorzevi* Reck.) [5].

В связи с выше изложенным, целью настоящих исследований являлось изучение влияния двухкомпонентных инсектоакарицидов, широко применяемых в садах республики, на снижение численности яблонной листовой галлицы и плодовых клещей, как в период вегетации, так и в зимующем запасе.

Методика и место проведения исследований. Оценка фитосанитарного состояния насаждений осуществлялась по общепринятым методикам [1, 3]. Учеты численности фитофагов в период вегетации (2019 г.) проводили ежедекадно, начиная с фенофазы «распускание почек» не менее чем на 10 деревьях. Оценку степени заселения деревьев яблонной листовой галлицей осуществляли путем визуальных учетов поврежденности побегов вредителем на 10 ветвях с каждого из 10 учетных деревьев. Численность клещей учитывали путем просмотра под биноклем и подсчета имаго и личинок вредителя на 100 листьях с каждого модельного дерева. В период покоя яблони (2019–2020 гг.) проводили оценку зимующего запаса вредителей. Учет численности зимующих яиц красного плодового клеща проводили путем просмотра под биноклем проб ветвей (2 м) с каждого из 10 учетных деревьев. Для определения количества зимующих личинок яблонной листовой галлицы, под каждым из 10 учетных деревьев в проекции кроны отбирали пробы листовой подстилки размером 20 x 25 см. В лабораторных условиях отобранный материал тщательно просматривали и подсчитывали количество зимующих личинок фитофага.

Влияние двухкомпонентных препаратов Мовенто Энерджи, КС (спиротетрамат, 120 г/л + имидаклоприд, 120 г/л) и Волиам Тарго, КС (абамектин, 18 г/л + хлорантранилипрол, 45 г/л) на сосущих вредителей в насаждениях яблони оценивали в РУП «Толочинский консервный завод» Толочинского района Витебской области в производственных опытах. Препараты вносили тракторным опрыскивателем RALL-2000,

с нормой расхода рабочей жидкости 1000 л/га. Повторность опытов двукратная, площадь повторения 1 га.

Учеты численности клещей проводили по общепринятой методике на модельных деревьях, перед обработкой и через 3, 7, 14 и 21 сутки после опрыскивания. Влияние препаратов на фитофагов оценивали как в период вегетации по снижению численности (клещи) и поврежденности побегов (галлица) в вариантах опыта, по сравнению с контролем, так и в зимующем запасе [6, 7]. Целесообразность и сроки проведения опрыскиваний устанавливалась на основании наблюдений за биологией и динамикой развития вредителей.

Опрыскивания сада против плодовых клещей проводили двукратно, против яблонной листовой галлицы - трехкратно по следующей схеме:

Вариант 1. Без обработки (контроль);

Вариант 2. Волиам Тарго, СК, 0,8 л/га;

Вариант 3. Мовенто Энерджи, КС, 0,8 л/га;

Вариант 4. Мовенто Энерджи, КС, 1,0 л/га.

Условия проведения исследований. Погодные условия в 2019–2020 гг. были благоприятными для развития и перезимовки яблонной листовой галлицы и плодовых клещей. Теплая погода в начале вегетации яблони в 2019 году была выше среднеемноголетних значений на 1,5–2,5 °С. Со второй половины апреля и до конца мая ночные температуры воздуха не опускались ниже 5 °С, а дневные максимумы колебались в пределах 15–26 °С, что способствовало раннему вылету имаго перезимовавшего поколения яблонной листовой галлицы, первые особи, которой были отмечены в конце апреля в фенофазу яблони «красная почка». В этот же период начали отрождаться из перезимовавших яиц личинки плодовых клещей, которые интенсивно заселяли соцветия и молодые листья яблони.

В летние месяцы (июнь - август) температурный режим воздуха был выше средних многолетних значений на 3–5 °С. Дневные температуры воздуха достигали 26–30 °С, что способствовало накоплению эффективного тепла, и благоприятствовало развитию и накоплению высокой численности сосущих вредителей в яблоневых садах интенсивного типа. Обработки против фитофагов проводили в вечернее время, в оптимальные сроки, увязанные с фенологией развития яблони и вредного объекта в сухую, безветренную погоду при температурах воздуха 16–19 °С и относительной влажности 60–70 %. После проведения работ выпадение осадков не наблюдалось в течение 3-х и более дней.

В зимний период 2019–2020 гг. погодные условия отличались отсутствием климатической зимы, т.е. устойчивого перехода через 0 °С в сторону понижения не наступило, что способствовало хорошей пе-

резимовке фитофагов, в связи с чем оценка их зимующего запаса была проведена в конце февраля (02.02.2020 г.).

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение влияния двухкомпонентных препаратов на снижение развития яблонной листовой галлицы проводили на сорте яблони Ауксис, на участке сада, где в предыдущем году поврежденность побегов вредителем достигала 44,7 %. Опрыскивания проводили в сроки наиболее уязвимые для фитофага: первое – 2 мая 2019 г. в фенофазу яблони «красная почка» (57 ВВСН) в период начала лета имаго перезимовавшего поколения яблонной листовой галлицы. Второе – в конце цветения яблони 15 мая (67 ВВСН) при выявлении первых поврежденных фитофагом листьев в контроле 0,027 %, в вариантах опыта – от 0,005 до 0,007 %. Третья обработка была сделана в фенофазу яблони плод «лещина» 28 мая (73 ВВСН) в период лета первого летнего поколения вредителя. При этом поврежденности побегов яблонной листовой галлицей в контроле достигала 8,6 %.

Биологическую эффективность препаратов Мовенто Энерджи, КС и Волиам Тарго, СК против фитофага оценивали после однократного, двукратного и трехкратного применения. Установлено, что через 12 дней после однократного применения препаратов, в период начала лета имаго перезимовавшего поколения (2.05), поврежденность побегов личинками вредителя была снижена по сравнению с контролем на 74,1–81,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность двухкомпонентных инсектоакарицидов против яблонной листовой галлицы. (РУП «Толочинский консервный завод», сорт яблони Ауксис, 2019 г., производственный опыт).

Вариант	Повреждено побегов, по датам учетов					Эффективность, %				
	15.05	28.05	13.06	22.06	13.07	15.05	28.05	13.06	22.06	13.07
Контроль (без обработки)	0,027	8,6	20,2	37,2	42,7	-	-	-	-	-
Волиам Тарго, СК, 0,8 л/га (эталон)	0,007	2,0	2,3	5,5	7,1	74,1	76,7	88,6	85,5	83,4
Мовенто Энерджи, КС, 0,8 л/га	0,006	2,2	3,5	5,2	6,5	77,8	74,5	82,6	86,0	84,8
Мовенто Энерджи, КС, 1,0 л/га	0,005	1,8	2,4	4,8	5,8	81,5	79,1	88,1	87,1	86,4
НСР ₀₅	0,009	3,21	7,41	11,24	19,25					

Через две недели после повторного опрыскивания, в период питания личинок первого летнего поколения галлицы, эффективность препаратов оставалась на том же уровне и составляла 74,5–79,1 %. Третья обработка, проведенная в начале развития второго поколения вредителя, сдерживала развитие фитофага на уровне 82,6–88,6 % на протяжении 46 дней в условиях постоянно нарастающей вредоносности фитофага. Поврежденность однолетних побегов яблони галлицей в контрольном варианте достигала 42,7 %.

Оценка зимующего запаса фитофага, проведенная в конце зимы (02.02. 2020 г.) показала, что численность перезимовавших личинок вредителя в листовой подстилке в среднем на учетную площадь (0,05 м²) составила: в контрольном варианте – 41,7 особей, в опытных обработанных вариантах – 9,2 особей, т.е. зимующий запас вредителя был снижен на 77,9 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что двухкомпонентные препараты, которые широко применяются в саду против таких сосущих вредителей, как тли и медяницы имеют высокую эффективность при трехкратном (с интервалом 14 дней) применении и против яблонной листовой галлицы, которая составляет: по снижению вредоносности в период вегетации – 83,4–86,4 %, зимующего запаса – 77,9 %.

При изучении влияния этих же препаратов на плодовых клещей было проведено двукратное (2.05 и 28.05 2019 г.) опрыскивание яблони сорта Алеся, где численность личинок, отродившихся из перезимовавших яиц, перед началом опыта достигала 9,5–10,3 особей на лист, что в 3 раза выше порогового уровня. Видовой состав плодовых клещей был представлен красным плодовым (*Metatetranychus ulmi* Koch.), бурым плодовым (*Bryobia redikorzevi* Reck.), а также встречался паутинный (*Tetranychus urticae* C. L. Koch.). В комплексе данных фитофагов доминировал красный плодовой клещ. Эффективность препаратов против плодовых клещей рассчитывали на 3, 7, 14 и 21 сутки после каждой обработки. Через 3 дня после первой обработки гибель фитофага в опытных вариантах составила 81,7–84,3 % (таблица 2).

Через 7 и 14 дней после опрыскивания эффективность препаратов колебалась от 90,5 % до 92,8 %. В дальнейшем на фоне повышения численности вредителя в контроле, эффективность всех изучаемых инсектоакарицидов снизилась до уровня 74,3–76,2 %. Повторное опрыскивание было проведено 28 мая при нарастании численности фитофага в контрольном варианте до 10,2 особей на лист. Численность плодовых клещей в вариантах опыта была снижена на 90,6–92,7 % через три дня после применения двухкомпонентных препаратов. В дальнейшем эффективность инсектоакарицидов снижалась и составила: через 7 дней – 86,3–88,7 %, через 14 дней – 80,1–84,5 %, через 21 день – 73,8–83,1 %.

Таблица 2 – Эффективность двухкомпонентных инсектоакарицидов против плодовых клещей на яблоне (РУП «Толочинский консервный завод», сорт Алеся, 2019 г., производственный опыт).

Вариант	Численность клещей, в среднем на 1 лист до обработки (2.05)	Снижение численности клещей относительно исходной по дням учетов с поправкой на контроль, %								
		6.05	10.05	15.05	21.05	28.05	30.05	4.06	13.06	19.06
Контроль* (без обработки)	10,3	8,9	9,2	8,4	9,6	10,2	9,6	8,3	8,4	6,5
Волиам Тарго, СК, 0,8 л/га (эталон)	9,5	81,7	92,6	90,5	75,0	74,3	91,7	86,3	82,1	78,5
Мовенто Энерджи, КС 0,8 л/га	9,6	84,3	90,7	91,7	77,4	75,3	90,6	85,5	80,1	73,8
Мовенто Энерджи, КС 1,0 л/га	10,1	84,0	92,6	92,8	78,0	76,2	92,7	88,7	84,5	83,1
НСП ₀₅	5,64									

*В контрольном варианте численность клещей в среднем на 1 лист

Проведенный в конце зимы (2 февраля 2020 года) учет зимующего запаса плодовых клещей показал, что в обработанных вариантах численность яиц, отложенных самками вредителя, была в три раза ниже, чем в контрольном варианте и составила соответственно 70 и 230 шт. в среднем на 2 м ветвей.

Таким образом, двукратное применение двухкомпонентных инсектоакарицидов в наиболее оптимальные сроки обеспечивает снижение численности плодовых клещей: в период вегетации на 73,8 – 92,7 % и зимующих яиц – на 69,6 %.

Заключение. В годы массового развития сосущих вредителей в насаждениях промышленного типа в Беларуси поврежденность побегов яблонной листовой галлицей достигает 42,7 %, численность плодовых клещей – 10,3 особей на лист.

Применение препаратов Мовенто Энерджи, КС (спиротетрамат, 120 г/л + имидаклоприд, 120 г/л) и Волиам Тарго, КС (абаемектин, 18 г/л + хлорантранилипрол, 45 г/л) на яблоне против плодовых клещей и яблонной листовой галлицы в производственных опытах показало высокую эффективность, что позволяет успешно регулировать численность и вредоносность комплекса сосущих вредителей в яблоневых садах интенсивного типа.

Снижение поврежденности побегов яблони яблонной листовой галлицей при трехкратном применении двухкомпонентных инсектоака-

рицидов в период вегетации составляет 83,4–86,4 %, зимующего запаса фитофага – 77,9 %.

Двукратное применение данных инсектоакарицидов против плодовых клещей обеспечивает снижение: численности фитофага в период вегетации на 80,1–92,8 %, зимующих яиц – 70,0 %.

Список литературы

1. Алехин, В. Т. Контроль фитосанитарного состояния садов и виноградников / В. Т. Алехин, А. В. Ермаков, В. И. Черкашин // Защита и карантин растений. – 1998. – № 2. – С. 54–57.
2. Колтун, Н. Е. Вредители и болезни сада / Н. Е. Колтун, С. И. Ярчаковская, Р. В. Супранович // Минск: Красико-Принт, 2007. – 64 с.
3. Грин, Н. Биология. Количественная экология / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. 1996. – Т.2. – С. 127–150.
4. Захаренко, В. А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам мировая проблема / В. А. Захаренко // Вестник защиты растений. – 2001. – №1. – С. 3–17.
5. Колтун, Н. Е. Структура доминирования фитофагов в яблоневых садах интенсивного типа на различных по устойчивости к парше сортах / Н. Е. Колтун // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2016. – Вып. 40. – С. 230 – 237.
6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / под ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж: Несвиж. укрup. тип. им. С. Будного, 2009. – 320 с.
7. Рекомендации по учету численности вредителей яблони и прогнозу необходимости борьбы с ними. – М., 1979. – 42 с.
8. Соколянская, М. П. Проблема кросс-резистентности насекомых и клещей к инсектицидам и акарицидам / М. П. Соколянская, Д. В. Амиханов // Вестник БГАУ/ Защита растений от вредителей. – 2010. – №1 (13). – С. 12–18.

N.E. Koltun, O.V. Dichkovskaya, V.S. Komardina

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

TWO-COMPONENT INSECTOACARICIDES INFLUENCE ON SUCKING PESTS DEVELOPMENT IN THE INDUSTRIAL APPLE ORCHARDS

Annotation. It is determined that during the years of mass sucking pests development (2019 - 2020) in the industrial type orchards of Belarus, the shoot damage by apple leaf gall midge (*Dasyneura mali* Kieff.) has made 42.7 %, the number of red fruit mite (*Metatetranychus ulmi* Koch.) has reached 10.3 individuals per leaf. The effectiveness of three-fold two-component insecticides application against apple gall midge, during the most vulnerable for the phytophage development periods, by harmfulness decrease during the vegetation period has made 83.4 - 86.4 %, and by wintering larvae number has reached 77.9 %. The double use of preparations against red fruit mite ensures the effectiveness of protective measures to reduce the number of pests during the growing season at the level of 80 - 90 % and 70 % by hibernating eggs number.

Key words: apple tree, intensive orchards, apple gall midge, red fruit mite, prevalence, harmfulness, means of protection, application efficiency.

Н.А. Лукьянюк¹, Е.В. Турук²

¹ЕАО KWS SAAT SE, ФРГ

²Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОНТРОЛЮ КОРНЕЕДА НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ

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

Аннотация. В статье представлены результаты влияния распространенности корнееда на продуктивность сахарной свеклы в зависимости от степени насыщения севооборота сахарной свеклой, предшественника, основной обработки почвы и протравителей фунгицидного действия. Установлено, что эффективный контроль корнееда возможен лишь при сочетании агротехнических и химических мероприятий. Наиболее эффективными агротехническими приемами, снижающими развитие корнееда и обеспечивающими максимальную продуктивность сахарной свеклы являются: насыщение севооборота сахарной свеклой не более 20 %, использование звена севооборота «горох – озимая пшеница – сахарная свекла», а также двукратное дискование на глубину 10 см в качестве основной обработки почвы. Также для контроля корнееда в посевах сахарной свеклы рекомендован фунгицидный протравитель Максим XL, СК с нормой 7-9 л/га.

Ключевые слова: сахарная свекла, корнеед всходов, насыщение севооборота сахарной свеклой, предшественник, обработка почвы, протравители фунгицидного действия.

Введение. Задачи современной аграрной политики Республики Беларусь, связанные с достижением продовольственной безопасности и социальной защищенности населения, определяют новые требования к повышению эффективности и устойчивости функционирования агропромышленного производства. В контексте данных задач приоритетную значимость приобретает развитие свеклосахарного производства как важнейшего стратегического подкомплекса аграрной экономики страны [12].

Значительный ущерб свекловодству наносит такое вредоносное широко распространенное заболевание всходов сахарной свеклы как корнеед. Поражаются молодые проростки в период от прорастания семян до четвертой пары настоящих листьев. В результате поражения корешок и подсемядольное колено чернеют и загнивают, на них образуется перетяжка из почерневшей ткани. Возбудители заболевания сохраняются на растительных остатках, передаются с семенами [1, 6].

Вредоносность корневая выражается не только в гибели пораженных растений, приводящей к изреживанию посевов, но и в снижении продуктивности оставшихся после болезни растений на 20–40 %. Также пораженные корневым растения являются источником гнилей корнеплодов в период вегетации и кагатной гнили [2].

Корневая развивается, главным образом, при избыточном увлажнении и недостатке воздуха, особенно на тяжелых, кислых и заплывающих почвах. Оптимальные условия развития: теплая влажная почва, низкий уровень pH, гербицидный стресс и плохая аэрация почв [13, 15].

Корневая – болезнь, вызываемая комплексом возбудителей, имеющих различные морфо-биологические особенности развития (болезнь вызывает около 200 возбудителей из различных таксономических единиц), в различных регионах преобладающими являются различные виды возбудителей. В Беларуси на протяжении длительного времени наиболее часто встречающимися видами являлись *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Phoma betae* Frank., *Pythium debaryanum* Hesse., *Rhizoctonia adersholdii* Koll., *Alternaria tenuis* Nees. Однако в последнее десятилетие видовой состав возбудителей корневой претерпел изменения. Основными возбудителями болезни стали грибы из рода *Fusarium*, реже встречались *spp. Alternaria* (14,3 %), *spp. Sclerotinia* (9,5 %), бактерии (4,8 %) [3, 7, 8]. В связи с чем, совершенствование комплекса агротехнических и химических мероприятий контроля данного заболевания является актуальной задачей свекловодства.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в 2007–2013 гг.

Изучение влияния агротехнических и химических приемов на распространенность корневой и продуктивность сахарной свеклы проводили в условиях мелкоделяночных опытов в соответствии с общепринятой методикой опытного дела [5, 9]. Общая площадь делянок в опытах 25–80 м², повторность 3–4-кратная, размещение вариантов в повторениях – систематическое с заданным их смещением либо рендомизированное. Агротехника возделывания свеклы сахарной в опытах, за исключением изучаемых факторов, была общепринятой согласно отраслевому регламенту ОР МСХП РБ 0215-2005 [10].

Учёт поражения растений корневым начинался со времени появления всходов и заканчивался периодом образования у свёклы одной-двух пар настоящих листьев. Определение процента и интенсивности поражения растений проводилось в пробе, взятой с делянки (не менее чем из 100 растений) [11].

Расчёт показателей распространённости и развития болезней производился по общепринятым в фитопатологии формулам [16].

Уборка механизированная – трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определялась поделёночным взвешиванием. Технологические качества (сахаристость, калий, натрий, альфа-аминный азот) определялись на автоматической линии «Венема» [4].

Результаты и их обсуждение. Как известно, сокращение сроков возврата сахарной свеклы на прежнее место приводит к увеличению заселенности почвы патогенными микроорганизмами, что увеличивает риск появления болезней корневой системы сахарной свеклы в период вегетации.

В связи с этим нами была проведена оценка распространённости корнееда и продуктивности сахарной свеклы в зависимости от насыщения севооборота. Установлено, что свекла, которая выращивалась в севообороте с 30 %-м насыщением, больше поражалась корнеедом, чем растения, взятые с поля, где насыщение севооборота сахарной свеклой составляло 20 % и 10 %. Относительно последнего количество пораженных растений увеличилось на 71,1 % (таблица 1).

Таблица 1 - Распространенность корнееда и продуктивность сахарной свеклы в зависимости от степени насыщения севооборота (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2009 гг.)

Насыщение севооборота свеклой	Корнеед всходов		Густота растений		Урожайность		Сахаристость		Выход сахара	
	Р, %	+-, %	тыс. шт./га	+-	т/га	+-	%	+-	т/га	+-
10 %	24,5	-	90	-	64,8	-	20,2	-	11,7	-
20%	25,2	+2,9	84	-6	58,8	-6,0	20,0	-0,2	10,5	-1,2
30%	41,9	+71,1	80	-10	58,0	-6,8	19,8	-0,4	10,2	-1,5
НСР ₀₅	1,8				3,9 (3,0-5,6)		0,3 (0,2-0,3)		0,7 (0,7-0,8)	

Примечание: Р- распространённость корнееда

Достоверный рост числа растений, пораженных корнеедом, выявлен лишь при 30 % насыщении севооборота.

Была установлена тесная корреляционная связь между степенью насыщения севооборота и распространённостью корнееда ($r = 0,88$), которая описывается линейным уравнением:

$$Y = 0,87x + 13,1, \text{ при } r^2 = 0,78,$$

где y – распространённость корнееда, %;

x – степень насыщения севооборота, %.

Как известно, на величину урожайности в значительной мере влияет густота растений. В среднем за три года исследований максимальная густота растений сахарной свеклы (90 тыс. шт./га) была в варианте с насыщением севооборота 10 %, минимальной (80 тыс. шт./га) – 30 %.

Коэффициент корреляции $r = 0,99$ свидетельствует о тесной связи между данными показателями и описывается линейным уравнением:

$$Y = -0,5x + 94,67, \text{ при } r^2 = 0,99,$$

где y – густота растений, тыс. шт./га;

x – степень насыщения севооборота, %

При увеличении насыщения севооборота свеклой с 10 до 30 %, урожайность корнеплодов снизилась с 64,8 т/га до 58,0 т/га, сахаристость с 20,2 до 19,8 %, выход сахара - с 11,7 до 10,2 т/га. При этом при 20 % и 30 % насыщении севооборота снижение урожайности и выхода сахара было достоверным, снижение сахаристости было математически доказано только при 30 % насыщении свеклой (таблица 1).

Установлена тесная корреляционная связь между насыщением севооборота и урожайностью корнеплодов ($r = 0,91$), которая описывается уравнением:

$$Y = -0,34x + 67,33, \text{ при } r^2 = 0,84,$$

где y – урожайность сахарной свеклы, т/га;

x – степень насыщения севооборота, %.

Таким образом, оптимальным насыщением севооборота можно считать менее 20 %, что обеспечивает минимальное развитие болезней корневой системы при высоких технологических показателях корнеплодов.

В ходе проведения исследований нами также было оценено влияние предшественника на распространение и развитие корневых заболеваний. Установлено, что худшим предшественником для сахарной свеклы являются звенья «горох – картофель» и «картофель – озимая пшеница», где наблюдалась устойчивая тенденция роста заболевания. По результатам оценки распространенность корневых заболеваний в данных вариантах в среднем за 2 года составила 38,9 % и 40,3 % соответственно (таблица 2).

Сравнительно низкое развитие корневых заболеваний (14,9 %) было в звене севооборота, где предшествующими культурами являлись клевер - озимая пшеница. Приемлемым с позиции фитопатологии является звено «горох - озимая пшеница», где развитие корневых заболеваний составляет 13,0 %.

Таким образом, подтверждена практическая значимость в ограничении корневых заболеваний свеклы регулирования фунгистатической активности почвы путем правильного выбора культур предшественников. В свою очередь, предшественники оказывали влияние на продуктивность

сахарной свеклы, а связь развития корнееда с урожайностью и выходом сахара с гектара средняя ($r=0,5$ и $r=0,6$ соответственно).

Таблица 2 – Влияние предшественника на распространенность и развитие корнееда и продуктивность сахарной свеклы. (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2008 гг.)

Звено севооборота	Корнеед всходов		Густота растений тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
	Р, %	Р, %				
Горох-озимая пшеница	29,8	13,0	92,5	65,5	20,7	12,0
Озимая пшеница-картофель	32,8	12,8	82,5	62,4	20,1	11,7
Горох-картофель	38,9	18,1	87,0	61,0	20,6	11,1
Картофель-озимая пшеница	40,3	18,8	90,5	60,5	20,5	11,1
Клевер-озимая пшеница	30,9	14,9	78,5	59,5	19,9	10,4
НСР ₀₅	2,1	1,3		5,3 (4,5-6,0)	0,6 (0,4-0,7)	0,7 (0,4-0,8)

Примечание: Р- распространенность корнееда, Р- развитие корнееда

Самая высокая густота стояния растений (92,5 тыс. шт./га) и урожайность (65,5 т/га) наблюдалась в звене севооборота «горох - озимая пшеница». В этом варианте максимальными были также показатели сахаристости – 20,7 % и выхода сахара – 12,0 т/га.

Наименьшая густота растений (78,5 тыс. шт./га), а также урожайность корнеплодов (59,5 т/га) и выход сахара (10,4 т/га) были при возделывании сахарной свеклы в звене севооборота «клевер – озимая пшеница» что, вероятно, связано с низкой густотой стояния растений сахарной свеклы (таблица 2).

Оптимальным звеном севооборота следует считать «горох – озимая пшеница – сахарная свекла».

Физические показатели пахотного горизонта является одним из важных факторов, влияющих на распространение и развитие корнееда. Из-за переуплотнения пахотного горизонта уменьшается количество и размер капилляров, ухудшается аэрация и инфильтрация почвы, дренаж грунтовых вод. Очаги корнееда в поле часто можно наблюдать в низинах, где застаивается вода, в местах близкого залегания грунтовых вод, на почвах, тяжелых по механическому составу, а также на поливных землях.

При оценке влияния приемов обработки почвы на распространенность и развитие корнееда было установлено, что поверхностная обработка почвы способствовала снижению его распространенности на 9,5 % по сравнению со вспашкой (таблица 3).

Таблица 3 – Распространенность корнееда и продуктивность сахарной свеклы в зависимости от основной обработки почвы, (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2009 гг.)

Обработка почвы	Корнеед всходов		Густота растений тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
	Р, %	+-, %				
Вспашка 20 см	28,3	-	94	65,7	19,0	11,0
Дискование 10 см	25,6	-9,5	98	65,2	18,8	10,9
Прямой посев	26,2	-7,5	87	60,9	18,7	10,1
НСР ₀₅	0,5			3,2 (2,7-3,4)	0,3 (0,3-0,4)	0,5 (0,5-0,6)

Примечание: Р- распространенность корнееда

Необходимо отметить с положительной стороны и прямой посев свеклы в мульчу, где установлено достаточно низкое развитие корнееда в годы с депрессивным и умеренным развитием болезни.

По результатам оценки влияния основной обработки почвы на продуктивность свеклосахарного ценоза установлено, что лучшими по урожайности оказались варианты со вспашкой на 20 см и дискованием на 10 см (65,7 т/га и 65,2 т/га соответственно). Также в этих вариантах был наиболее высокий выход сахара – 11,0 и 10,9 т/га. В варианте с прямым посевом сахарной свеклы в среднем за 3 года урожайность составила 60,9 т/га, сахаристость – 18,7 %, расчетный выход сахара – 10,1 т/га. Вариант с прямым посевом свеклы достоверно уступал по урожайности, сахаристости и выходу сахара с гектара предыдущим вариантам. Самая низкая конечная густота была отмечена в варианте с нулевой обработкой почвы – 87 тыс.шт./га, а самая высокая (98 тыс. шт./га) в варианте с дискованием (таблица 3).

Необходимо отметить, что влияние погодных условий на формирование продуктивности ценоза было выше, чем фитопатологическое состояние посева, где теснота связи между развитием корнееда и урожайностью составила $r=0,4$.

Применение интенсивной технологии возделывания сахарной свеклы, предусматривающей высев семян на конечную густоту, требует совершенствования системы химического контроля болезней всходов. Широко используемая сегодня в условиях Беларуси система протравителей ТМТД, ВСК и Тачигарен, 70 % СП не всегда обеспечивает должный эффект. Требуется уточнение норм расхода и соотношения фунгицидов в композиции применительно к доминирующим видам патогена.

Фирмы-производители семян сахарной свеклы в качестве стандартного протравителя используют тирам, который обладает широким спектром фунгицидного и бактерицидного действия. Для свеклы пре-

парат эффективен против возбудителей, сохраняющихся на воздушных частях семени, поэтому при дражировании, в основном, его наносят на поверхность семян. В почве на протравленных семенах препарат сохраняет фунгицидную активность до 30 суток. Основным его недостатком является высокая стойкость в почве, накопление остаточных продуктов в экосистемах, а также слабая эффективность против видов *Fusarium*, которые являются одним из основных возбудителей корневой гнили в РБ [14, 17].

В связи с этим, возникла необходимость в изучении новых фунгицидов, обеспечивающих максимально широкий спектр действия, высокую биологическую эффективность против возбудителей корневой гнили и обладающих пролонгированным действием. Нами изучались два комбинированных протравителя фунгицидного действия Иншур Перформ, КС (пираклостробин, 40 г/л + тритиконазол, 80 г/л) и Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л) на высоком инфекционном фоне: распространенность корневой гнили составила 61,5 %, а его развитие 35,3 %.

Снижение развития корневой гнили как в эталонном варианте (ТМТД, ВСК) 46,2 %, так и изучаемых протравителей фунгицидного действия 25,5-35,5 % была не высокой. Наиболее эффективно контролировал корневую гниль Максим XL, СК с нормой расхода 9 л/т, в варианте с которым развитие болезни не превышало 22,8 %, что связано с более широким спектром защитного действия флудиоксонила против грибов из рода *Fusarium* и мефеноксама против *Oomycetes* (рисунок 1).

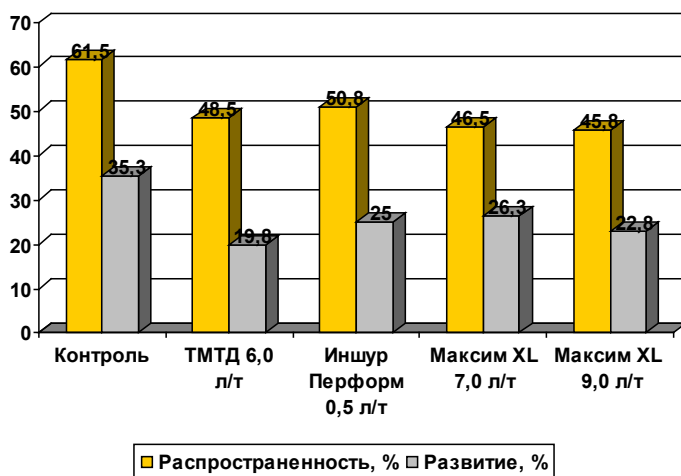


Рисунок 1 - Развитие и распространенность корневой гнили, % (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Однако, далеко не все пораженные корнеедом растения погибают, поэтому более важным является показатель густоты посева. Применение фунгицида Максим XL, СК повышало густоту посева на 18,8-19,9 % (при первом учете) и 19,4-25,1 % при втором, что выше чем в эталоне (ТМТД, ВСК). Использование в качестве протравителя фунгицида Иншур Перформ, СК явилось причиной снижения густоты посева, что, возможно, связано с фитотоксическим действием тритиконазола на всходы свеклы (рисунок 2).

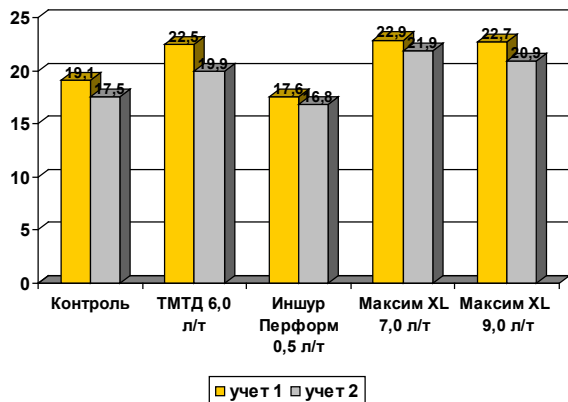


Рисунок 2 - Густота всходов сахарной свеклы, шт/м² (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Протравливание семян сахарной свеклы фунгицидами способствовало росту урожайности корнеплодов на 3,5–6,0 %, выхода сахара с гектара на 4,3–6,5 %, причем наибольшим он был в вариантах с Максим XL, СК, что может быть связано с густотой посева, однако рост урожайности в годы исследований статистически недостоверен (таблица 4).

Таблица 4 - Продуктивность сахарной свеклы при применении фунгицидов-протравителей (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Фунгицид	Норма расхода, кг(л)/т	Урожайность		Сахаристость		Выход сахара	
		т/га	% к контролю	%	% к контролю	т/га	% к контролю
Контроль		61,7	-	16,7	-	9,2	-
ТМТД	6	63,9	3,5	16,9	1,2	9,7	5,4
Иншур Перформ, КС	0,5	63,6	3,1	17,0	1,8	9,6	4,3
Максим XL, КС	7	65,4	6,0	16,8	0,6	9,8	6,5
Максим XL, КС	9	64,9	5,2	16,9	1,2	9,7	5,4
НСР ₀₅		4,6		0,6		0,7	

В связи с вышеизложенным, в перспективе как альтернатива фунгициду ТМТД, ВСК, с целью контроля грибов из рода *Fusarium* и *Oomycetes* считаем целесообразно применение протравителя Максим XL, СК с нормами расхода 7,0–9,0 л/т семян в составе драже семенного материала.

Заключение. Корнеед – заболевание вызываемое комплексом грибных и бактериальных возбудителей, контроль которых возможен лишь в сочетании агротехнических и химических мероприятий. Из агротехнических приемов, снижающих развитие корнееда, и обеспечивающих максимальную продуктивность свекловичного агроценоза являются: насыщение севооборота сахарной свеклой не более 20 %, использование звена севооборота «горох – озимая пшеница – сахарная свекла», а также двукратное дискование на глубину 10 см в качестве основной обработки почвы.

Для контроля корнееда в посевах сахарной свеклы рекомендован для протравливания семян фунгицид Максим XL, СК с нормой 7–9 л/га, где развитие болезни не превышало 22,8–26,3 %, при этом сохранность растений возрастала на 19,4–25,1 %, с тенденцией роста урожая на 3,2–3,7 т/га (5,2–6,0 %).

Список литературы

1. Буренин, С. В. Устойчивость образцов свеклы к корнееду и кагатной гнили в северо-западной зоне Российской Федерации : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / С. В. Буренин. – СПб., 2003. – 100 л.
2. Гаджиева, Г. И. Влияние органических и минеральных удобрений на вредоносность болезней и вредителей в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева, Н. С. Гутковская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 27 марта, 15 мая 2015 г.) / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2015. – [Вып.]: Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – С. 147–149.
3. Гаджиева, Г. И. Фитосанитарная ситуация в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3: приложение. – С. 24–33.
4. Глеваский, И. В. Свекловодство: практикум / И. В. Глеваский, В. Ф. Зубенко, А. С. Мельниченко. – Киев: Выща шк., 1989. – 206 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. Кисиль, Н. В. Защита сахарной свеклы от корнееда / Н. В. Кисиль // Защита и карантин растений. – 2005. – № 12. – С. 22–23.
7. Корниенко, А. В. Правомерно ли название «корнеед»? / А. В. Корниенко, А. К. Буторина // Сахар. свекла. – 2013. – № 9. – С. 37.
8. Лукьянюк, Н. А. Видовой состав возбудителей и структура гнилей корнеплодов в период вегетации сахарной свеклы / Н. А. Лукьянюк, Е. В. Турук // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2013. – Т. 22: Агрономия. – С. 113–120.
9. Опытное дело в полеводстве / С. С. Сдобников [и др.] ; под общ. ред. Г. Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : [б. и.], 2005. – 460 с.

11. Пожар, З. А. Корнеед всходов / З. А. Пожар // Свекловодство : в 3 т. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сахар. свеклы ВНИС. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев, 1959. – Т. 3. – С. 385–411.

12. Привалов, Ф. И. Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов, В. П. Гнилозуб, Ю. М. Чечеткин // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 5. – С. 4–8.

13. Саблук, В. Т. Предупредительные меры против вредителей и болезней сахарной свеклы / В. Т. Саблук, Н. Н. Запольская, Е. А. Калатур // Защита и карантин растений. – 2009. – № 5. – С. 58–59.

14. Саблук, В. Т. Токсикация всходов сахарной свеклы / В. Т. Саблук, В. Ф. Пшечук // Защита и карантин растений. – 1997. – № 11. – С. 21–23.

15. Селиванова, Г. А. Болезни сахарной свеклы при интенсификации технологии выращивания культуры / Г. А. Селиванова // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 31–35.

16. Чумаков А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, А. Т. Захаров. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

17. Technologia produkcji buraka cukrowego / red.: D. Ostrowska, A. Artyszak. – Warszawa : Wies Jutra, 2005. – 185 s.

N.A. Lukianiuk¹, E.V. Turuk²

¹KWS SAAT SE, Germany

²Grodno State Agrarian University, Grodno

AGROTECHNICAL AND CHEMICAL MEASURES TO CONTROL BLACK ROOT OF SUGAR BEET IN SUGAR BEET

Annotation. The article presents the results of studying the influence of black root of sugar beet incidence on sugar beet productivity depending on the degree of crop rotation saturation with sugar beet, the precursor, the main soil tillage and new fungicidal protectants. It has been determined that the effective black root of sugar beet control is possible only with a combination of agrotechnical and chemical measures. The most effective agronomic methods for reducing the development of black root of sugar beet and providing the maximum productivity of sugar beet are: saturation of crop rotation with sugar beet for not more than 20 %, the use of crop rotation link “pea – winter wheat – sugar beet” and double disking at a depth of 10 cm as primary tillage. Also, to control black root of sugar beet, the fungicidal protectant Maxim XL, SC at the rate of 7-9 l/ha is recommended.

Key words: sugar beet, black root of sugar beet, saturation of crop rotation with sugar beet, precursor, soil tillage, fungicidal protectants.

ВРЕДНОСНОСТЬ ОБЫКНОВЕННОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА (*TETRANYCHUS URTICAE* KOSCH) В ПОСЕВАХ СОИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ В РАЗНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ БЕЛАРУСИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Запрудский А.А.

Аннотация. В статье представлены результаты по изучению вредоносности обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) в посевах сои. Обоснован оптимальный срок и целесообразность применения препаратов. Впервые рассчитаны относительные коэффициенты и дана количественная оценка вредоносности. Изучена эффективность акарицида Аполло, КС (клофентезин, 500 г/л), инсектоакарицида Волиам Тарго, СК (абамектин, 18 г/л + хлорантранилипрол, 45 г/л), инсектицида Каратэ Зеон, МКС (лямда-цигалотрин, 50 г/л) в ограничении численности вредителя. Разработаны экономические пороги целесообразности применения препаратов с учетом их стоимости, а также сортовой и зональной специфики для защиты сои от обыкновенного паутинного клеща.

Ключевые слова: соя, обыкновенный паутинный клещ, вредоносность, коэффициенты вредоносности, эффективность, инсектициды, инсектоакарициды, экономические пороги целесообразности, агроклиматические зоны.

Введение. Соя является одной из бобовых культур способных решить проблему дефицита кормового белка в животноводстве. В зависимости от сорта и условий выращивания культура содержит до 35–48 % белка, 17–25 % масла, обладающего высокими пищевыми качествами и свыше 30 % углеводов [4]. На современном этапе имеется принципиальная возможность выращивать и перерабатывать зерно сои в республике, что приведет к удешевлению комбикормов, улучшению их качества, снижению себестоимости и росту экспорта животноводческой продукции, являясь резервом импортозамещения и экономии валютных средств.

Вместе с тем, анализ литературных источников ближнего зарубежья показал, что в агроценозах сои широкое распространение получил целый комплекс фитофагов, которые заселяют посевы культуры в течение всего периода вегетации [9, 10, 11, 13]. В условиях нашей республики в посевах сои встречаются такие вредители как ростковая муха – *Delia platura* Mg., клубеньковые долгоносики – *Sitona lineatus* L., *S. crinitus*

Steph., *S. griseus* F., репейница – *Vanessa cardui* L., тли – сем. Aphididae, трипсы – сем. Thripidae, обыкновенный паутинный клещ – *Tetranychus urticae* Koch [3, 4, 12].

Результаты мониторинга (2016–2017 гг.) позволили установить изменения фитосанитарной ситуации в посевах сои. В настоящее время обыкновенный паутинный клещ является широко распространенным видом в агроценозах сои [3], в то время как согласно данным О.Г. Давыденко и др. (2004), ранее вредитель встречался в посевах только в жаркие сухие годы [4].

По данным украинских и российских авторов при достижении численности обыкновенного паутинного клеща 50,0 ос./лист наблюдается 100 %-ное повреждение листьев сои, урожайность зерна снижается на 15,0–20,0 %, а в благоприятные для развития вредителя условиях и до 60,0 %. Экономический порог вредоносности фитофага (ЭПВ) составляет 2-3 ос./лист до цветения и 10 ос./лист в период формирования бобов [1, 2].

До настоящего времени в республике не проводилось целенаправленных исследований по вредоносности обыкновенного паутинного клеща, что предопределяет актуальность выбранного направления. В связи с этим, целью работы являлось изучить вредоносность обыкновенного паутинного клеща на различных сортах сои, возделываемых в Центральной и Южной агроклиматических зонах республики.

Материалы и методы проведения исследований. Полевые опыты по изучению вредоносности обыкновенного паутинного клеща осуществляли в 2016-2017 гг. в Центральной агроклиматической зоне (опытное поле РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области) и Южной (РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция» Пружанского района Брестской области). Для сигнализации появления обыкновенного паутинного клеща в посевах сои использовали общепринятые в энтомологии методики. Учеты численности вредителя и оценку эффективности изучаемых препаратов проводили согласно «Методическим указаниям...», 2009 [5, 6, 8].

Опыты выполняли на сортах сои, предназначенных для возделывания в климатической зоне с суммой активных температур выше + 10 °С (всходы–созревание): Оресса – 2300 °С, Припять – 2350 °С.

Для защиты сои от обыкновенного паутинного клеща проводили исследования по оценке эффективности новых препаратов: акарицида Аполло, КС (клофентезин, 500 г/л) в норме расхода 0,6 л/га, инсектоакарицида Волиам Тарго, СК (абамектин, 18 г/л + хлорантронилипрол, 45 г/л) в норме расхода 1,0 л/га, в качестве

эталона применяли зарегистрированный инсектицид Каратэ Зеон, МКС (лямда-цигалотрин, 50 г/л) в норме расхода 0,4 л/га. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Обработки осуществляли в III декаде августа (фаза начало налива зерна – налив зерна).

Вредоносность фитофага определяли методом химического контроля. На основании данных по вредоносности, биологической и хозяйственной эффективности, стоимости препаратов, затрат на проведение защитных мероприятий рассчитывали экономические пороги целесообразности (ЭПЦ) применения инсектицидов, инсектоакарицидов и акарицидов с учетом сортовых особенностей и агроклиматической зоны возделывания сои с помощью методик, предложенных Л.И. Трепашко [7].

Используя метод линейной регрессии на основе данных с помощью пакета MS Office и пакета программ Excel, рассчитаны уравнения регрессии и проведена статистическая обработка.

Результаты и их обсуждение. По результатам проведенных исследований, установлено, что обыкновенный паутинный клещ является доминирующим видом фитофагов во второй половине вегетации сои (рисунок 1).



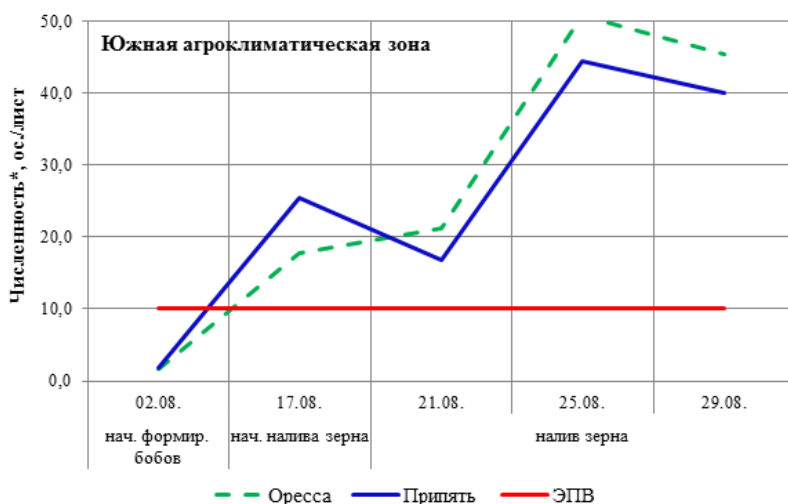
Рисунок 1 – Обыкновенный паутинный клещ: имаго (а), яйца (б) и поврежденные растения сои (в) (РУП «Институт защиты растений»)

Как известно, вредитель располагается на нижней стороне листьев сои, вызывая резкое нарушение обмена веществ. Имаго и личинки клеща высасывают из листьев сок, вследствие чего в листовом аппарате существенно усиливается транспирация, нарушается водный баланс, снижается содержание хлорофилла, ксантофила и каротина, приостанавливается фотосинтез. Листья покрываются многочисленными белесоватыми точками и приобретают мраморную белесовато-желтую окраску. Сильно поврежденные листья преждевременно желтеют и опадают, уменьшается число бобов и семян на растении. Соевые бобы плохо наливаются, морщатся, что существенно влияет на формирование биологического урожая [2, 9].

В 2016 г. в Центральной агроклиматической зоне на опытном поле РУП «Институт защиты растений» развитие обыкновенного паутинного клеща началось в фазе налива зерна (II декада августа). В этот период численность фитофага составляла 1,4-1,9 ос./лист. В то время как в Южной агроклиматической зоне на опытном поле РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция» численность вредителя была выше в несколько раз и достигала 6,2-6,6 ос./лист. В дальнейшем в Центральной агроклиматической зоне при повышении среднесуточной температуры до +20 °С на сорте Оресса численность клещей составила 14,1 ос./лист, Припять – 2,7 ос./лист. В III декаде августа при среднесуточной температуре +22,9 °С численность вредителя на сорте Оресса увеличилась до 47,1, на сорте Припять – до 7,4 ос./лист.

В 2017 г. в Центральной агроклиматической зоне в конце II декады августа сухая и жаркая погода способствовала нарастанию численности фитофага, что привело к заселению посевов сои вредителем выше ЭПВ (по литературным данным – 10 ос./лист). Следует отметить, что заселение сортов сои фитофагом несколько отличалось. Так, в фазе начало налива зерна численность обыкновенного паутинного клеща на сорте Оресса была выше в 3,2 раза по сравнению с сортом Припять и достигала 16,7 ос./лист.

Вместе с тем, численность обыкновенного паутинного клеща в Южной агроклиматической зоне была выше по сравнению с Центральной агроклиматической зоной (рисунок 2). Так, максимальные значения численности вредителя на сорте Оресса достигали 50,8 ос./лист (Южная зона) и 25,0 ос./лист (Центральная зона). Полученные данные можно объяснить более благоприятными метеорологическими условиями: среднесуточная температура воздуха в Южной зоне была выше по сравнению с Центральной на 3,1 °С за август, на 1,1 °С – за сентябрь. В Южной зоне существенной разницы по заселенности растений и численности фитофага по сортам не выявлено.



* Численность самок, самцов, нимф и личинок.

Рисунок 2 – Динамика численности обыкновенного паутиного клеща в онтогенезе сои различных сортов в разрезе агроклиматических зон (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция», 2017 г.)

На основании полученных результатов рассчитаны уравнения регрессии, характеризующие зависимость величины урожая зерна сои от численности клещей (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость урожая зерна сои от численности клещей (полевые опыты)

Год	Сорт	Уравнение линейной регрессии	Коэффициенты		Относительный коэффициент вредоносности, %
			корреляции, r	детерминации, d	
Центральная агроклиматическая зона					
2016	Оресса	$y = 26,278 - 0,0831x$	0,820	0,672	0,21
	Припять	$y = 25,726 - 0,069x$	0,855	0,730	0,19
2017	Оресса	$y = 12,057 - 0,0249x$	0,983	0,966	0,20
	Припять	$y = 16,017 - 0,028x$	0,856	0,733	0,13
Южная агроклиматическая зона					
2017	Оресса	$y = 23,064 - 0,0918x$	0,951	0,905	0,36

Примечание. y – урожайность зерна, ц/га; x – численность клещей, ос./лист.

Высокие коэффициенты корреляции (r) приведенных уравнений свидетельствуют о сильной степени связи между переменными (y) и (x). В зависимости от складывающихся метеорологических условий и сортовых особенностей сои установлено варьирование коэффициентов вредоносности от 0,13 % до 0,36 % в период начала развития популяции обыкновенного паутиного клеща.

Установлено, что в Центральной агроклиматической зоне на сорте Припять коэффициент вредоносности вредителя ниже в 1,5 раза по сравнению с сортом Оресса, что можно объяснить более быстрым созреванием в условиях 2017 г., поскольку данный сорт характеризуется как холодоустойчивый. Следует отметить, что коэффициенты вредоносности на сорте Оресса в Южной агроклиматической зоне выше в 1,8 раза по сравнению с центральной.

Таким образом, климатические и метеорологические условия, а также сортовые особенности сои являются регулируемыми факторами динамики численности и вредоносности обыкновенного паутиного клеща.

Для уточнения полученных данных проведена оценка влияния численности обыкновенного паутиного клеща на элементы структуры биологического урожая (таблица 2). Между контрольным (без обработки) и изучаемыми вариантами установлено достоверное снижение количества зерен в бобе, массы зерна с 1 растения и массы 1000 зерен.

Таблица 2 – Влияние численности обыкновенного паутинного клеща на элементы структуры биологического урожая (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016 г.)

Вариант	Численность, ос./лист	Количество			Масса	
		растений, шт.	бобов на растении, шт.	зерен в бобе, шт.	зерна с 1 растения, г	1000 зерен, г
Сорт Оресса						
Контроль (без обработки)	30,2	21,0	20,8	1,5	3,6	104,1
Каратэ Зеон, МКС (эталон)	7,8	21,5	22,2	2,0	4,6	111,9
Волиам Тарго, СК	5,8	21,5	21,8	1,9	5,4	136,2
Аполло, КС	5,0	22,0	23,1	2,1	7,2	132,4
НСП ₀₅	-	5,1	4,1	0,1	0,8	9,9
Сорт Припять						
Контроль (без обработки)	50,5	23,5	18,2	1,6	3,6	132,8
Каратэ Зеон, МКС (эталон)	12,3	23,3	18,8	2,1	6,2	146,0
Волиам Тарго, СК	3,8	21,5	19,9	2,3	7,5	148,4
Аполло, КС	2,7	22,8	19,8	2,2	7,4	147,9
НСП ₀₅	-	2,4	1,7	0,2	0,8	1,2

Статистическая обработка данных показала среднюю и высокую степень зависимости между элементами структуры биологического урожая (количество зерен в 1 бобе, масса зерен с 1 растения, масса 1000 зерен) и численностью клещей. Коэффициенты корреляции для сорта Оресса составили 0,72; 0,73; 0,96, для сорта Припять – 0,99; 0,94; 0,96 соответственно вышеперечисленным показателям. Полученные данные позволили рассчитать уравнения линейной регрессии и относительные коэффициенты вредоносности (таблица 3).

Таким образом установлено, что вредоносность обыкновенного паутинного клеща на сое проявляется в снижении количества зерен в 1 бобе (0,60–0,97 %), массы зерен с одного растения (0,81–0,94 %) и массы 1000 семян (0,21–0,40 %).

С целью обоснования целесообразности и сроков применения препаратов для защиты сои от обыкновенного паутинного клеща были заложены полевые опыты по изучению эффективности акарицида Аполло, КС, инсектоакарицида Волиам Тарго, СК и инсектицида Каратэ Зеон, МКС в качестве эталона (поскольку это единственный препарат, зарегистрированный против вредителя на сое с акарицидным действием). Обработки против обыкновенного паутинного клеща в посевах сои были проведены в фазе начало налива зерна – налив зерна сои при достижении ЭПВ (10 ос./лист).

Таблица 3 – Зависимость элементов структуры биологического урожая сои от численности клещей (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2016 г.)

Элементы структуры урожая	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент		Относительный коэффициент вредоносности, bd, %
		корреляции, r	детерминации, d	
Сорт Оресса				
Масса 1000 зерен	y=133,5-1,014x	0,72	0,52	0,40
Масса зерен с 1 растения	y=6,40-0,098x	0,73	0,53	0,81
Количество зерен в 1 бобе	y=2,17-0,023x	0,96	0,92	0,97
Сорт Припять				
Масса 1000 зерен	y=149,35-0,323x	0,99	0,98	0,21
Масса зерен с 1 растения	y=7,54-0,08x	0,94	0,89	0,94
Количество зерен в 1 бобе	y=2,304-0,015x	0,96	0,92	0,60

Примечание. y – урожайность зерна, ц/га; x – численность клещей, ос./лист.

В таблице 4 представлены результаты исследований по эффективности препаратов на сорте Оресса. В годы исследований в Центральной зоне применение Волиам Тарго, СК позволило снизить численность клещей на 14-й день после обработки на 80,8–83,6 %, Аполло, КС – на 83,4–98,4 %, что превышало значения эталонного варианта с использованием Каратэ Зеон, МКС (74,2–78,8 %). За счет снижения численности и вредоносности вредителя сохраненный урожай зерна при применении Волиам Тарго, СК составил 2,0–3,8 ц/га (17,0–17,4 %), Аполло, КС – 2,1–4,3 ц/га (18,3–19,2 %), Каратэ Зеон, МКС – 1,5–2,5 ц/га (11,2–13,0 %). В Южной агроклиматической зоне биологическая эффективность акарицида Аполло, КС достигала на 3-й день после обработки 98,4 %, на 14-й – 89,9 %, что позволило сохранить 2,5 ц/га (14,3 %) урожая зерна (таблица 4).

Результаты по эффективности препаратов на сорте Припять приведены в таблице 5. Так, применение Волиам Тарго, СК способствовало снижению численности клещей на 14-й день учета после обработки на 81,0–92,5 %, Аполло, КС – на 93,7–96,6 %, превышая уровень эталонного инсектицида Каратэ Зеон, МКС (75,6–79,9 %). Сохраненный урожай зерна при применении Волиам Тарго, СК составил 2,7–3,6 ц/га, Аполло, КС – 2,8–2,9 ц/га, Каратэ Зеон, МКС – 2,4–2,5 ц/га (таблица 5).

Посредством статистической обработки урожайных данных определено достоверное увеличение урожая зерна в вариантах с применением препаратов по сравнению с вариантом без применения препарата.

На основании результатов по вредоносности обыкновенного паутинового клеща, биологической и хозяйственной эффективности, стоимости препаратов, затрат на проведение защитных мероприятий нами рассчитаны экономические пороги целесообразности (ЭПЦ) применения инсектицидов, инсектоакарицидов и акарицидов с учетом скороспелости сорта и агроклиматической зоны возделывания сои.

Таблица 4 – Биологическая и хозяйственная эффективность инсектицидов, акарицидов и инсектоакарицидов для защиты сои от обыкновенного паутинового клеща (полевые опыты, сорт Оресса)

Вариант	Норма расхода, л/га	Численность до обработки*, ос./лист	Биологическая эффективность по дням учетов, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай зерна	
			3-й	14-й		ц/га	%
Центральная агроклиматическая зона, 2016 г.							
Контроль (без обработки)	–	12,5	–	–	22,4	–	–
Карагэ Зеон, МКС (эталон)	0,4		90,8	74,2	24,9	2,5	11,2
Волиам Тарго, СК	1,0		91,5	80,8	26,2	3,8	17,0
Аполло, КС	0,6		82,3	83,4	26,7	4,3	19,2
НСП ₀₅					1,1		
Центральная агроклиматическая зона, 2017 г.							
Контроль (без обработки)	–	16,7	–	–	11,5	–	–
Карагэ Зеон, МКС (эталон)	0,4		88,8	78,8	13,0	1,5	13,0
Волиам Тарго, СК	1,0		90,1	83,6	13,5	2,0	17,4
Аполло, КС	0,6		90,1	98,4	13,6	2,1	18,3
НСП ₀₅					1,1		
Южная агроклиматическая зона, 2017 г.							
Контроль (без обработки)	–	13,4	–	–	17,5	–	–
Аполло, КС	0,6		98,4	89,9	20,0	2,5	14,3
НСП ₀₅					2,4		

Примечания: 1. * численность имаго, личинок и нимф вредителя, ос./лист;

2. Обработки проводили в Центральной зоне в 2016 г. – 24 августа, в 2017 г. – 25 августа, в Южной зоне в 2017 г. – 22 августа.

Выявлено, что более высокие их показатели установлены для инсектоакарицидов и акарицидов по сравнению с инсектицидами как в Центральной, так и Южной агроклиматической зонах, что связано со стоимостью гектарной обработки, которая варьировала от 11,5 долл. США/га (инсектициды) до 78,0–148,8 долл. США/га (инсектоакарициды и акарициды). Экономический порог целесообразности защиты сои

от обыкновенного паутинного клеща посредством инсектицидов для сортов различного срока созревания составил 5–16 ос./лист, инсектоакарицидов – 40–72, акарицидов – 21–61 ос./лист (таблица 6).

Таблица 5 – Биологическая и хозяйственная эффективность применения препаратов против обыкновенного паутинного клеща (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Припять)

Вариант	Норма расхода, л/га	Численность до обработки*, ос./лист	Биологическая эффективность по дням учетов, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай зерна	
			3-й	14-й		ц/га	%
2016 г.							
Контроль (без обработки)	–	1,4	–	–	22,2	–	–
Каратэ Зеон, МКС (эталон)	0,4		87,2	75,6	24,7	2,5	11,0
Волиам Тарго, СК	1,0		91,3	92,5	25,9	3,6	16,0
Аполло, КС	0,6		69,6	93,7	25,1	2,8	12,6
НСП ₀₅					1,16		
2017 г.							
Контроль (без обработки)	–	5,2	–	–	15,6	–	–
Каратэ Зеон, МКС (эталон)	0,4		90,0	79,9	18,0	2,4	15,4
Волиам Тарго, СК	1,0		98,7	81,0	18,3	2,7	17,3
Аполло, КС	0,6		99,3	96,6	18,5	2,9	18,6
НСП ₀₅					1,2		

Примечания: 1. * численность имаго, личинок и нимф вредителя, ос./лист; 2. Обработки проводили в 2016 г. – 24 августа, в 2017 г. – 25 августа.

Таблица 6 – Экономические пороги целесообразности применения препаратов в посевах сои для защиты от обыкновенного паутинного клеща

Агроклиматическая зона	Сорт	ЭПЦ, численность, ос./лист для препаратов		
		инсектицид Каратэ Зеон, МКС (0,4 л/га)	инсектоакарицид Волиам Тарго, СК (1,0 л/га)	акарицид Аполло, КС (0,6 л/га)
Центральная	Оресса	10–11	71–72	39–40
	Припять	15–16	–	60–61
Южная	Оресса	5–6	40–41	21–22

Заключение. Установлено, что вредоносность обыкновенного паутинного клеща определяется численностью, метеорологическими и климатическими условиями, сортовыми особенностями, агрокли-

матической зоной возделывания сои. Выявлено, что вредоносность в Южной агроклиматической зоне выше по сравнению с Центральной, на что указывают коэффициенты вредоносности, которые в 1,8 раза выше. Вместе с тем, в Центральной агроклиматической зоне наибольшая вредоносность наблюдается в посевах сорта Оресса (0,20–0,21 %) по сравнению с сортом Припять (0,19–0,13 %).

Вредоносность обыкновенного паутинного клеща проявляется в снижении количества зерен в 1 бобе (0,60–0,97 %), массы зерен с одного растения (0,81–0,94 %) и массы 1000 семян сои (0,21–0,40 %).

Установлен оптимальный срок внесения препаратов, в фазе начало налива зерна – налив зерна сои. Применение акарицида Аполло, КС (клофентезин, 500 г/л) позволило снизить численность обыкновенного паутинного клеща на 14-й день после обработки на 83,4–98,4 %, инсектоакарицида Волиам Тарго, СК (абамектин, 18 г/л + хлорантра-нилол, 45 г/л) – на 80,8–92,5 %, сохраненный урожай при этом составил 2,1–4,3 и 2,0–3,8 ц/га соответственно.

Разработаны экономические пороги целесообразности для защиты сои от обыкновенного паутинного клеща, учитывающие сортовые особенности, агроклиматическую зону возделывания культуры, а также стоимость препаратов: для инсектицидов они составляют 5–16 ос./лист, акарицидов – 21–61 ос./лист, инсектоакарицидов – 40–72 ос./лист.

Список литературы

1. Бабич, А. О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – Київ: Аграрна наука, 2011. – 548 с.
2. Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В. М. Лукомец [и др.] // Науч.-тех. бюл. Всерос. ин-та масличных культур / ГНУ ВНИИ масличных культур. – 2007. – Вып. 1(136): Масличные культуры. – С. 66-75.
3. Бречко, Е. В. Особенности распространения доминантных вредителей в агроценозах сои Беларуси / Е. В. Бречко, Я. В. Максимович // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования Всероссийского НИИ сои (Благовещенск, 18 апреля 2018 г.) / ФГБНУ ВНИИ сои; отв. ред. В. Т. Синеговская. – Благовещенск, 2018. – С. 271-278.
4. Давыденко, О. Г. Соя для умеренного климата / О. Г. Давыденко, Д. В. Голенко, В. Е. Розенцвейг. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.
5. Методика выявления учета и прогноза вредителей и болезней зернобобовых культур и кормовых бобовых культур и анализ сроков борьбы с ними / М-во сел. хоз-ва СССР, Глав. упр. защиты растений. – М.: Колос, 1970. – 46 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса; подгот.: Ю. К. Новоселов [и др.]. – М.: ВИК, 1987. – 197 с.
7. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / Белорус. НИИ защиты растений; под ред. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 24 с.

8. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко. – Прилуки, 2009. – 319 с.

9. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник / В. В. Кириченко [та ін.] // НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва; за ред. В. В. Кириченка, В. П. Петренкової. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. – 320 с.

10. Пушня, М. В. Новый опасный вредитель сои в Краснодарском крае / М. В. Пушня, Ж. А. Ширинян // Защита и карантин растений. – 2015. – № 10. – С. 27-29.

11. Секун, Н. П. Обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch) на сое в Украине / Н. П. Секун, В. В. Березовская // Сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 2011. – Вып 35: Защита растений. – С. 201-205.

12. Максимович, М. Г. Структура доминирования вредителей сои, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси / Я. В. Максимович, Л. И. Трепашко, М. Г. Немкевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 30-33.

13. Фокин, В. А. Причины массового появления репейницы в Украине / В. А. Фокин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 6. – С. 55-56.

Ya. V. Maksimovich, E. V. Brechko

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

HARMFULNESS OF RED SPIDER MITE (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH) IN SOYBEAN CROPS CULTIVATED IN DIFFERENT AGRICLIMATIC ZONES OF BELARUS

Annotation. The article presents the results of studying the red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) harmfulness in soybean crops. The optimum time and expediency of using the preparations have been substantiated. For the first time, the relative coefficients have been calculated and harmfulness quantitative assessment has been given. The effectiveness of Apollo acaricide, SC (clofentezine, 500 g/l), insectoacaricide Voliam Targo, SC (abamectin, 18 g/l + chloranthraniliprol, 45 g/l), Karate Zeon insecticide, MC (lamda-cyhalothrin, 50 g/l) in decreasing the pest number has been studied. The economic thresholds on the expediency of preparations application have been developed, taking into account their cost, as well as varietal and zonal specificity for protecting soybeans against red spider mite.

Key words: soybeans, red spider mite, harmfulness, severity coefficients, efficiency, insecticides, insectoacaricides, economic expediency thresholds, agroclimatic zones.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 635.64:632.937.14:632.4

Д.В. Войтка, Е.К. Юзефович, А.В. Михнюк, Ю.С. Минина
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГРИБА *TRICHODERMA ASPERELLUM* D-11 КАК ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА НА ЕГО ОСНОВЕ В АНТИРЕЗИСТЕНТНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ЗАЩИТЫ ТОМАТА ОТ СЕРОЙ ГНИЛИ

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки антагонистического действия гриба *Trichoderma asperellum* D-11 – основы биологического препарата Фунгилекс, Ж по отношению к изолятам гриба *Botrytis cinerea* Pers., выделенным из фитопатологического материала растений томата, отобранного в тепличных комбинатах Беларуси. Установлено, что гриб *Trichoderma asperellum* D-11 обладает высокой комплексной антагонистической активностью, ингибируя рост патогена на 52,8-96,0 % и проявляя гиперпаразитические свойства. Биологическая эффективность препарата Фунгилекс, Ж в контроле серой гнили в условиях производства к концу вегетации достигала 94,1 %. Проведенные исследования позволяют обосновать включение биопрепарата в систему мероприятий по активизации антирезистентной составляющей технологии защиты томата от серой гнили.

Ключевые слова: биологический метод, антирезистентная стратегия, *Trichoderma*, антагонистическая активность, Фунгилекс, Ж, биологическая эффективность.

Введение. В мировой практике, благодаря ориентации защиты растений в направлении биологизации, арсенал средств защиты растений от вредных организмов имеет достаточный набор экологически щадящих препаратов, а экологизация защиты растений является приоритетным направлением отраслевой науки, которое обеспечивает разработку приемов долговременной оптимизации фитосанитарной обстановки в агробиоценозах. В связи с этим наряду с сохранением

тенденции интенсивного роста производства и использования химических пестицидов в мире разрабатывают программы замещения или дополнительного применения к средствам химической защиты растений менее опасных средств, что обеспечивает сокращение химической нагрузки на агроэкосистемы и позволяет избежать формирования резистентных популяций фитофагов и фитопатогенов [1, 2].

Особенной актуальностью характеризуется вопрос разработки экологически безопасных систем защиты растений в условиях защищенного грунта, где необходимостью является использование в едином комплексе средств контроля против множества вредоносных объектов. Например, возбудители мучнистой росы и серой гнили относятся к числу патогенов, легко формирующим устойчивость к фунгицидам различных классов. Эти возбудители болезней, находясь в ограниченном пространстве, ускоряют нарастание численности в единицу времени, сокращая длительность и увеличивая количество циклов развития за один сезон, поэтому чаще всего для ограничения их вредоносности используют чередование фунгицидов различного механизма действия [3-6]. Так как у растений отсутствует устойчивость к данным возбудителям, в основе защитных мероприятий для их ограничения лежат профилактические меры и химическая защита. Учитывая сложность подбора препаратов, связанную с высокими требованиями к токсикологическим и экологическим характеристикам, в тепличном овощеводстве существует довольно ограниченный спектр разрешенных препаратов и риск возникновения резистентных популяций довольно высок. Следовательно, контроль развития фитопатогенов может быть осуществлен путем снижения токсической нагрузки на тепличный агробиоценоз и обеспечение реверсии чувствительности фитопатогенных микроорганизмов к фунгицидам до исходных уровней за счет чередования биопрепаратов на основе микроорганизмов и препаратов химического синтеза либо преимущественного использования биологических агентов.

Целью данных исследований была оценка антагонистической активности штамма-основы биологического препарата Фунгилекс, Ж – гриба *Trichoderma asperellum* D-11 – в отношении изолятов *B. cinerea* для обоснования разработки технологии защиты тепличных культур от вредных организмов антирезистентной направленности.

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», а также в тепличных хозяйствах республики: филиале «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго» Витебской обл., УП «Минский парниково-тепличный комбинат» г. Минска, РУАП «Гродненская овощная фабрика» Гродненской обл.

С целью определения структуры доминирования болезней томата в защищенном грунте проводили маршрутные обследования посадок томата в тепличных хозяйствах Беларуси, в ходе которых осуществляли сбор образцов пораженных серой гнилью растений и учет распространенности болезни. Идентификацию серой гнили на растениях определяли по наличию симптомов заболевания, изложенных в работах М.К. Хохрякова и М. А. Стадниченко [7,8], наличию характерных спороношений. Для идентификации видов грибов отобранные образцы с целью получения спороношения помещали во влажные камеры. Выделение грибов-возбудителей серой гнили в чистую культуру, получение моноспоровых изолятов осуществляли по общепринятым в фитопатологии методикам [9-11].

Изучение антагонистического действия штамма гриба рода *Trichoderma asperellum* D-11 по отношению к изолятам грибов, выделенных из фитопатологического материала растений, отобранных в тепличных комбинатах Гродненской, Витебской областей и Минска, было проведено в условиях *in vitro* методом встречных культур. Повторность опыта – 4-кратная, 1 чашка Петри – повторность [12].

При оценке антагонистической активности гриба *Trichoderma asperellum* D-11 в отношении изолятов гриба *Botrytis cinerea* был рассчитан ростовой коэффициент (РК) и процент ингибирования роста фитопатогена [8,11,13].

Для характеристики развития колонии фитопатогенов использовали следующую шкалу: А – патоген угнетен в сильной степени, Б – слабовыраженное угнетение, В – патоген не угнетен, Г – вся колония патогена покрыта гиперпаразитом. Знаком «+» указывали нарастание гриба р. *Trichoderma* на колонию фитопатогена, «++» – отмечали появление спороношения, знаком «–» указывали наличие стерильной зоны [14].

Гиперпаразитическую активность грибов р. *Trichoderma* определяли через 14 суток по 4-балльной шкале: 0 – нет нарастания колонии гриба рода *Trichoderma* на фитопатоген, 1 – гриб рода *Trichoderma* занимает до 25 % площади колонии патогена, 2 – гриб рода *Trichoderma* занимает 25-50 % площади колонии патогена, 3 – гриб рода *Trichoderma* занимает 50-75 % площади колонии патогена, 4 – гриб рода *Trichoderma* занимает 75-100 % площади колонии патогена [14].

Экспериментальные исследования проводили на питательной среде сусло-агар.

Определение влияния биологических препаратов на фитопатологическое состояние растений томата проводили в тепличном комбинате филиала «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» (г. Полоцк, Витебская обл.). В опыте использовали гибрид томата *F₁* Тореро: посев был

осуществлен 10.12.2018 г., вынос рассады в теплицу – 16.01.2019 г., посадка в минеральную вату при зацветании первой кисти – 11.02.2019 г. Норма высадки растений – 2,5 шт./м². Площадь делянки – 12 м², повторность опыта – 4-кратная.

В качестве препарата сравнения использовали биологический препарат Бактоген, к.с. (титр 10⁹ клеток/мл, *Bacillus subtilis* штамм 494 / КМБУ 30043) согласно разработанным регламентам применения.

Схема опыта:

1. Вариант 1: Контроль (без обработок);
2. Вариант 2: Фунгилекс, Ж. (1,0 % р.ж., 1000 л/га) – первая обработка – профилактическая; последующие – при появлении первых признаков болезни с интервалом 10-14 дней (всего обработок – 4);
3. Вариант 3: Бактоген, к.с. (1,0 % р.ж., 600 л/га) – первая обработка – профилактическая; последующие – при появлении первых признаков болезни с интервалом 10-14 дней (всего обработок – 4).

Биологическую эффективность защитных мероприятий оценивали по снижению развития болезни согласно рекомендациям «Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней», 2008 г. [15].

Результаты исследований и их обсуждение. Для оценки пораженности культуры томата защищенного грунта болезнями был проведен фитопатологический мониторинг тепличных хозяйств в различных областях Беларуси. В результате обследования посадок томата нами выявлены такие болезни, как фузариоз, кладоспориоз, серая гниль и альтернариоз. Наиболее часто встречающейся болезнью в тепличных хозяйствах республики на культуре томата определена серая гниль, которая присутствовала на всех обследованных участках. Возбудитель серой гнили (ботритиоза) – несовершенный гриб *Botrytis cinerea* Pers. (синонимы *B. cinerea* var. *sclerotiophila* (Klotzsch) Sacc., *Polyactis sclerotiophila* Kunze) – является широко специализированным паразитом, поражающим многие органы растений, что приводит к потере товарных качеств плодов и снижению продуктивности культуры. Стеблевая форма поражения является наиболее вредоносной, так как приводит к довольно быстрой гибели растения вследствие поражения проводящей системы [16]. Нами установлено, что потери урожая при распространенности болезни от 62,4 до 81,8 % составили от 23,0 до 30,3 %.

С целью определения ассортимента биологических препаратов для включения в схемы применения средств защиты растений для активизации антирезистентной составляющей технологии контроля серой гнили при выращивании томата нами были отобраны препараты на основе микроорганизмов-антагонистов: биологический препарат

Фунгилекс, Ж на основе штамма гриба *Trichoderma asperellum* D-11 (титр не менее 10^9 жизнеспособных спор/мл) и бактериальный препарат Бактоген, к.с., зарегистрированный в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению в Республике Беларусь» как препарат против серой гнили. Данные из литературных источников о высокой эффективности препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в ограничении развития серой гнили на овощных культурах явились определяющими в выборе данного препарата для исследований [17,18].

Для первичной оценки эффективности биологического препарата Фунгилекс, Ж в защите томата от серой гнили, нами был проведен скрининг антагонистической активности основы биопрепарата – штамма гриба *Trichoderma asperellum* D-11 – в отношении 26 изолятов гриба *Botrytis cinerea*, выделенных из фитопатологического материала растений, отобранных в тепличных комбинатах республики.

В результате изучения характера межвидовых отношений гриба-антагониста с изолятами *B. cinerea* отмечен стабильный ингибирующий эффект. На 7-е сутки совместного культивирования диапазон ингибирования роста изолятов гриба *B. cinerea*, выделенных из фитопатологического материала растений томата в филиале «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго» Витебской обл., составил от 88,1 до 96,0 % (таблица 1).

В отношении изолятов, выделенных в РУАП «Гродненская овощная фабрика» Гродненской области, показатель ингибирования варьировал от 52,8 до 96,0 %, в отношении изолятов, выделенных в УП «Минский парниково-тепличный комбинат» г. Минска данный показатель фиксировали в диапазоне от 84,2 до 94,7 %.

Во всех вариантах опыта отмечено нарастание гриба *Trichoderma asperellum* D-11 на колонии возбудителя ботритиоза (гиперпаразитический характер антагонистических отношений), а также обильное спороношение антагониста. Смешанный антагонизм, включающий фунгистатический алиментарный (односторонний) антагонизм, в ходе которого происходит нарастание колонии гриба рода *Trichoderma* на поверхность колонии фитопатогена, который в этом случае прекращает активный рост и антибиотический антагонизм, когда происходит замедление роста колонии патогена вследствие выделения антибиотических веществ грибом рода *Trichoderma* с образованием на расстоянии от колонии гриба-антагониста зоны, в которой рост патогена не наблюдается (II и IV тип согласно шкале В.Д. Поликсеновой) [12], наблюдали в отношении 46,2 % изолятов от общего количества выделенных.

Опыты по оценке влияния препарата Фунгилекс, Ж на развитие серой гнили томата проводили в тепличном комбинате филиала «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» (Витебская обл.).

Таблица 1 – Антагонистическая активность гриба *Trichoderma asperellum* D-11 в отношении изолятов гриба *Botrytis cinerea* Pers. (РУП «Институт защиты растений, *in vitro*, 2019 г.).

Изоляты	Ростовой коэффициент	Ингибирование роста фитопатогена, %	Характеристика антагонистического действия
<i>B. cinerea</i> Гр-1м	36,1	79,9	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Гр-2м	35,4	78,7	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Гр-3м	36,8	80,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Гр-4м	15,2	92,1	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Гр-5м	20,2	89,5	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Гр-6м	48,6	52,8	Г+++2
<i>B. cinerea</i> Гр-7м	7,7	96,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Гр-8м	13,5	93,0	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Вт-1с	18,3	89,6	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Вт-2м	14,6	90,9	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Вт-3м	22,9	88,1	Г+++2
<i>B. cinerea</i> Вт-4с	6,8	96,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Вт-5с	6,0	96,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Вт-6с	19,4	90,0	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Вт-7с	15,9	91,8	Г+++4
<i>B. cinerea</i> ВТ-8с	19,9	88,3	Г+++3
<i>B. cinerea</i> ВТ-9с	17,0	91,2	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Вт-10с	7,6	96,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-1м	14,9	92,3	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Мн-2м	9,7	93,9	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-3м	21,0	88,0	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-4м	10,4	93,5	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-5м	19,9	88,8	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-6м	30,4	84,2	Г+++4
<i>B. cinerea</i> Мн-7м	13,0	93,3	Г+++3
<i>B. cinerea</i> Мн-8м	9,0	94,7	Г+++3

Примечание. Г – вся колония патогена покрыта гиперпаразитом; «+» – нарастание гриба *Trichoderma* на колонию фитопатогена; «++» – наличие спороншения антагониста; «–» – наличие стерильной зоны; 2 – гриб рода *Trichoderma* занимает 25-50 % площади колонии патогена, 3 – гриб рода *Trichoderma* занимает 50-75 % площади колонии патогена, 4 – гриб рода *Trichoderma* занимает 75-100 % площади колонии патогена.

Известно, что чрезмерное количество листовой массы блокирует вентиляцию воздуха между листьями и при сочетании с определенными факторами (пасмурная влажная погода) способствует развитию таких вредоносных заболеваний как серая гниль и фитофтороз. Поэтому важным технологическим приемом в выращивании томата является удаление листьев (за 3-4 недели до первого урожая по 3 листа ежедневно при высоте растения в 1,7 м) и обработка стебля растений препаратами с фунгицидным действием после проведения данной

манипуляции. Поэтому первая профилактическая обработка согласно схеме нами была проведена 29.04.2019 г. и была приурочена к технологической операции по удалению листьев.

Проводимая регулярно фитосанитарная оценка посадок культуры показала, что первые растения томата, пораженные серой гнилью, были отмечены 09.07.2019 г., развитие болезни во всех вариантах опыта составило 0,7 % при распространенности болезни 2,1 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние биологического препарата Фунгилекс, Ж на пораженность растений томата F_1 Тореро серой гнилью (филиал «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго» Витебской обл., малообъемная технология, продленный культурооборот, 2019 г.)

Вариант	Р, %	Р, %	БЭ, %
<i>Учет 09.07</i>			
Контроль	4,2	1,4	–
Бактоген, к.с.	2,1	0,7	50,0
Фунгилекс, Ж	2,1	0,7	50,0
<i>Учет 23.07</i>			
Контроль	12,5	5,6	–
Бактоген, к.с.	2,1	0,7	87,5
Фунгилекс, Ж	2,1	0,7	87,5
<i>Учет 06.08</i>			
Контроль	16,7	11,1	–
Бактоген, к.с.	2,1	0,7	93,8
Фунгилекс, Ж	2,1	0,7	93,8
<i>Учет 13.08</i>			
Контроль	29,2	20,8	–
Бактоген, к.с.	4,2	2,1	90,0
Фунгилекс, Ж	4,2	2,1	90,0
<i>Учет 27.08</i>			
Контроль	45,8	30,6	–
Бактоген, к.с.	4,2	2,1	93,2
Фунгилекс, Ж	4,2	2,1	93,2
<i>Учет 10.09</i>			
Контроль	58,3	38,9	–
Бактоген, к.с.	8,3	3,5	91,1
Фунгилекс, Ж	6,3	2,8	92,9
<i>Учет 17.09</i>			
Контроль	70,8	47,2	–
Бактоген, к.с.	8,3	3,5	92,6
Фунгилекс, Ж	6,3	2,8	94,1

Примечание. Р – распространенность болезни; Р – развитие болезни;
БЭ – биологическая эффективность.

В результате исследований установлено, что применение биопрепарата Фунгилекс, Ж позволило ограничить распространенность и развитие серой гнили – показатели распространенности составили 2,1-6,3 % при развитии – 0,7-2,8 %, в варианте с применением препарата Бактоген, к.с. – 2,1-8,3 % и 0,7-3,5 %, в варианте без обработки – 4,2-70,8 % и 1,4-47,2 % соответственно. Биологическая эффективность препарата Фунгилекс, Ж в защите томата от серой гнили составила 50,0-94,1 % и была на уровне Бактогена, к.с. – 50,0-93,8 %.

Анализ урожайных данных по результатам 10 последовательных выборок показал, что применение препарата Фунгилекс, Ж позволило сохранить 0,8 кг/м² плодов томата, что составило +18,6 % к контролю и +7,0 % в сравнении с препаратом Бактоген, к.с. (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние биологического препарата Фунгилекс, Ж на урожайность томата F₁ Тореро (филиал «Весна-энерго» РУП «Витебскэнерго» Витебской обл., малообъемная технология, продленный культурооборот, 10 последовательных выборок, 2019 г.)

Вариант опыта	Урожайность		
	кг/м ²	+ к контролю	
		кг/м ²	%
Контроль	4,3	–	–
Бактоген, к.с.	4,8	0,5	11,6
Фунгилекс, Ж	5,1	0,8	18,6
НСР ₀₅	0,28	–	–

Закключение. В результате исследований установлено, что штамм-основа биологического препарата Фунгилекс, Ж. – гриб *Trichoderma asperellum* D-11 – обладает высокой антагонистической активностью по отношению к возбудителю серой гнили томата – грибу *Botrytis cinerea*, ингибируя рост фитопатогена до 96,0 % и проявляя гиперпаразитические свойства.

Включение биологического препарата Фунгилекс, Ж. в технологию защиты томата от серой гнили наряду с антирезистентной направленностью характеризуется биологической эффективностью в защите культуры от ботритиоза и статистически достоверному сохранению урожая. Включение препарата Фунгилекс, Ж. в технологии защиты томата закрытого грунта от серой гнили является перспективным приемом и будет способствовать повышению эффективности защитных мероприятий.

Список литературы

1. Сухорученко, Г. И. Резистентность вредных организмов к пестицидам – проблема защиты растений второй половины XX столетия в странах СНГ / Г. И. Сухорученко // Вестник защиты растений. – СПб – Пушкин, 2001 – Т. 1 – С. 18–37.
2. Тютюрев С. Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С. Л. Тютюрев // Вестник защиты растений. – СПб – Пушкин, 2001 – Т. 1 – С. 38–53.
3. Дорофеева, Т. Б. Мониторинг возбудителя мучнистой росы томата в защищенном грунте и меры предотвращения его резистентности / Т. Б. Дорофеева, Е. Б. Белых. // Вестник защиты растений. – Т. 2. – 2001. – С. 55–60.
4. Phenotypic and molecular characterization of fungicide-resistant field isolates of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) / R. M. De Miccolis Angelini [et al.] // Abstract book of the XV international *Botrytis* symposium. – Cádiz, Spain. 2010. – P. 46.
5. Elad, Y. Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. / Y. Elad, H. Yunis, T. Katan // Plant Pathol. T. 41. – 1992. – P. 41–46.
6. Grabke, A. Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry - Molecular mechanisms and management. All Theses. – 2014. – [Electronic resource]. – Mode of access: https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/1922_ Date of access: 12.02.2018 г.
7. Стадниченко, М.А. Морфолого-культуральные особенности возбудителя серой гнили пасленовых культур как основа отбора патогенных форм / М. А. Стадниченко, В. Д. Поликсенова // Вест. Нац. Акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2006. – № 5. – С. 187–189.
8. Методические рекомендации по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / Всеросс. ин-т защиты раст; сост. М. К. Хохряков. – Л.: ВИЗР, 1974. – 69 с.
9. Литвинов, М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука, 1969. – 124 с.
10. Литвинов, М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М. А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 303 с.
11. Лихачев, А. Н. Грибы рода *Botrytis* Micheli (*Fungi*, *Deuteromycota*). Биология, экология, микроэволюция: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.24. / А. Н. Лихачев. – Москва, 2000. – 369 с.
12. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31 01 01 – Биология» / авт.-сост.: В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов, С. Г. Пискун. – Минск: БГУ, 2004. – 36 с.
13. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; под общ. ред. В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
14. 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.
15. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / сост.: Л. И. Прищепа, Н. И. Микельская, Д. В. Войтка; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Несвиж: Несвиж. укрup. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.
16. Поликсенова, В. Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений / В. Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2008. – С. 16.
17. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. // Harman G.E. [et al.] / Nature Rev. Microbiology. – 2004. – №2. – P. 43.
18. Храмцов, А. К. Почвенные грибы рода *Trichoderma* – антагонисты вредоносных фитопатогенов / А.К. Храмцов, Е.С. Шевчук, А.Ю. Юркевич // Современная микология в России: тез. докл. II съезда микологов России. – М., 2008. – С. 212.

D.V. Voitka, E.K. Yuzefovich, A.V. Mikhniuk, Yu.S. Minina
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

**THE ANTAGONISTIC ACTIVITY OF THE
FUNGUS *TRICHODERMA ASPERELLUM* D-11 AS
JUSTIFICATION FOR PREPARATION BASED
ON IT INCLUSION IN THE ANTI-RESISTANCE
TECHNOLOGY OF TOMATOES PROTECTION
AGAINST GRAY MOULD**

Annotation. The article presents the results of evaluating the antagonistic effect of the fungus *Trichoderma asperellum* D-11, the basis of the biological preparation Fungilex, L, in relation to the *Botrytis cinerea* Pers., isolated from the phytopathological material of tomato plants in the greenhouses of Belarus. It is found that the fungus *Trichoderma asperellum* D-11 has a high complex antagonistic activity, inhibiting the pathogen growth for 52,8–96,0 % and exhibiting hyperparasitic properties. The biological effectiveness of Fungilex, L for gray mould control under on-the-farm conditions has made 94,1 % by the end of the growing season. The studies can justify the inclusion of the biopreparation in the system of measures to activate the anti-resistant component of the technology for protecting tomato against gray mould.

Key words: biological control, anti-resistance strategy, *Trichoderma*, antagonistic activity, Fungilex, L, biological efficiency.

**И.А. Гринева¹, И.Н. Феклистова¹, Д.В. Войтка², Е.К. Юзефович²,
Д.В. Маслак¹, А.В. Михнюк², В.А. Ломоносова¹, Т.Л. Скакун¹,
Л.Е. Садовская¹**

¹Белорусский государственный университет, г. Минск

²РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА «МАКСИММУН» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО В ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЕ

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки эффективности микробиологического регулятора роста «МаксИммун» на основе элиситорных компонентов – инактивированных бактерий *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *Bacillus subtilis* 494 и их вторичных метаболитов – при выращивании лука репчатого в однолетней культуре. Показано, что применение препарата обеспечивает прибавку урожайности 29,0–55,0 %. Отмечен защитный эффект препарата в отношении ложной мучнистой росы (пероноспороза): биологическая эффективность в защите культуры от болезни достигала 71,4 %. На основании проведенных исследований препарат «МаксИммун» рекомендован к применению в Республике Беларусь в качестве регулятора роста растений в агропромышленном комплексе и в личных подсобных хозяйствах.

Ключевые слова: биологический препарат «МаксИммун», лук репчатый, регулятор роста, стимулирующий эффект, пероноспороз, эффективность.

Введение. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) признан одной из важных овощных культур в мировом масштабе, площадь которой составляла в 2018 году 254943 га (данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН), при этом в Республике Беларусь площадь культивирования лука репчатого, выращиваемого из семян, составляет около 2000 га [1]. Производство лука в различных странах ежегодно возрастает, но невысокими темпами. Это связано как с необходимостью эффективного контроля вредных организмов, так и повышенными санитарно-гигиеническими требованиями к овощной продукции, соблюдение которых зачастую не согласуется с использованием пестицидов химического синтеза. Кроме того, недостаточность развития производственного статуса производства связано с малым количеством улучшенных сортов, устойчивых к неблагоприятным биотическим факторам [2, 3].

К значительным потерям урожая лука приводят инфекционные болезни. Ущерб культуре причиняют грибы рода *Botrytis* Pers., поражающие листья и корневую шейку и встречающиеся повсеместно, особенно в регионах с прохладным климатом. Лук также страдает от фузариозной корневой гнили донца (*Fusarium oxysporum* Schltdl.) и южной склероциальной гнили (*Sclerotium rolfsii* Sacc., телеоморфа *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr.) [4]. Потери урожая от гнилей могут превышать 50 % [5]. Высокой вредоносностью характеризуются болезни листового аппарата лука репчатого. На пораженных листьях как вторичные патогены часто поселяются грибы рода *Alternaria* Nees или *Stemphylium* Wallr., образующие сплошной черный налет – стемфилиоз (*Stemphylium vesicarium* (Wallr.) E.G. Simmons), а также вызывающие пурпурную пятнистость листьев (*Alternaria porri* (Ellis) Cif.) [6]. Поражается лук и вирусными заболеваниями, например, мозаичностью и желтой пятнистостью [7].

При возделывании лука в однолетней культуре доминирует ложная мучнистая роса, или пероноспороз. Возбудитель болезни – оомицет *Peronospora destructor* (Berkeley) Caspary, являющийся облигатным паразитом [9]. Специализация данного возбудителя приурочена к роду *Allium*. В онтогенезе растения лука проявляют различную устойчивость к возбудителю болезни, в фазе вегетативного роста отмечен наиболее короткий инкубационный период возбудителя и при выращивании репки из семян отмечено более сильное поражение листьев, чем у растений второго года. Считают, что поражение лука в однолетней культуре связано с аэрогенным инфицированием растений конидиями патогена, сформированными в текущем вегетационном периоде на луке как первого, так и второго года жизни, и развитие болезни тесно коррелирует с погодными условиями и временем первого появления спороношения возбудителя ложной мучнистой росы [9–11].

Основные подходы к контролю фитопатологической ситуации заключаются в предотвращении попадания болезни на поле и применении химических пестицидов. Эффективность фитопатологического контроля может быть достигнута использованием химических пестицидов. Однако ряд отрицательных моментов – содержание остаточных количеств препаратов в продукции, ухудшение санитарно-гигиенических условий производства, формирование резистентности у фитопатогенных микроорганизмов – вызывают необходимость поиска экологически дружественных подходов к контролю фитопатологической обстановки.

Альтернативой химическим препаратам являются биологические препараты, содержащие клетки ризосферных микроорганизмов,

обладающие рядом преимуществ, среди которых – экологическая безопасность, отсутствие токсичности для человека, животных, полезных насекомых, растений. Микробиологические препараты не провоцируют формирования резистентности у фитопатогенов, не имеют “сроков ожидания” и не нарушают биологическое равновесие агробиоценозов.

Данные о подавлении возбудителей заболеваний лука биопрепаратами на основе клеток бактерий в настоящее время практически отсутствуют. В 2013 г. Gupta и соавторы сообщали, что с корневой и белой гнилью лука можно бороться путем применения *Trichoderma viride*, *T. harzianum* и *Pseudomonas fluorescens* [12]. Таким образом, разработка отечественных экологически безопасных и эффективных препаратов для контроля болезней лука является одной из актуальных задач и соответствует приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса республики.

В связи с этим, целью наших исследований была оценка биологической и хозяйственной эффективности элиситорного микробиологического препарата «МаксИммун» при выращивании лука репчатого в однолетней культуре.

Материалы и методы. В исследованиях использовали препарат «МаксИммун», содержащий в качестве действующего начала элиситорные компоненты, представленные инактивированным бактериями *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *Bacillus subtilis* 494 и их вторичными метаболитами. Препаративная форма – концентрат суспензии.

Идентификацию метаболитов *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *Bacillus subtilis* 494, обеспечивающих ростостимулирующий и фитозащитный эффект, проводили методами тонкослойной хроматографии и масс-спектрометрическим анализом очищенного препарата пигментов.

Для проведения экспериментальных исследований образец препарата «МаксИммун» нарабатывали в соответствии с требованиями лабораторного регламента ЛР ФДБИ 100-2016.

Полевые исследования проводили в 2017–2018 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», расположенном в южной части Ошмянско-Минского агроклиматического района, относящегося к западной подобласти умеренно-теплой климатической области Беларуси на культуре лука репчатого сорта Штутгартер Ризен. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, pH = 6,5, содержание гумуса – 2,26 %. Площадь опытной делянки составляла 150 м², учетной – 12,5 м², количество повторностей – 4.

Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без обработки); препарат «МаксИммун», 0,1 %-ная р.ж. (0,3 л/га), 3-кратное опрыскивание растений, расход рабочей жидкости – 300 л/га; эталон – регулятор роста Экосил, ВЭ (200 мл/га), 2-кратное опрыскивание растений, расход рабочей жидкости – 300 л/га. Обработки препаратами были проведены в 2017 г.: «МаксИммун» – 06.07, 20.07, 04.08; Экосил, ВЭ – 06.07, 20.07; в 2018 г.: «МаксИммун» – 10.07, 24.07, 07.08; Экосил, ВЭ – 10.07, 24.07.

В ходе проведения экспериментов оценивали морфометрические показатели растений, распространенность и развитие болезней, анализировали урожайные данные. Биологическую эффективность защитных мероприятий оценивали по снижению развития болезни согласно рекомендациям «Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней», 2008 г. [13].

Результаты исследований. В основе механизма действия препарата «МаксИммун» лежит способность бактерий *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162, компонентов их клеточных стенок и их вторичных метаболитов стимулировать у высших растений формирование системной устойчивости ISR-типа, что наряду со способностью к синтезу веществ антибиотической природы усиливает защитные свойства препарата.

Идентификация метаболитов, синтезируемых бактериями *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162, показала, что антибактериальный комплекс штамма *B. subtilis* 494 содержит три компонента с разными физико-химическими свойствами, два из которых проявляют активность в отношении грамположительных и грамотрицательных, а один – в отношении только грамположительных бактерий. Данный комплекс антибиотиков представлен полипептидными антибиотиками аминокликозидной природы [14].

Для установления конкретных типов синтезируемых *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 феназиновых соединений, представляющих собой редокс-активные соединения с широким спектром антибиотической активности в отношении грибов и бактерий [15], был проведен масс-спектрометрический анализ очищенного препарата пигментов. Установлено, что феназиновый комплекс, продуцируемый *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 представлен в основном феназином; другие пигменты, в частности, феназин-1-карбоксилат, оксихлорографин, 5-метилфеназин-1-карбоксилат, пиоцианин и азругинозин исследуемым штаммом не синтезируются [16]. Анализ

метаболитов, накапливаемых клетками *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162, проведенный с использованием тонкослойной хроматографии, а также дальнейший масс-спектрометрический анализ очищенного препарата антибиотика, показал наличие еще одного антагонистического соединения ароматической природы – пирролнитрина.

Установлено, что феназиновые соединения и пирролнитрин, синтезируемые *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162, обладают широким спектром действия в отношении фитопатогенных бактерий, грибов и оомицетов (*E. aroideae*, *E. carotovora*, *P. syringae*, *P. lachrymans*, *P. atrofaciens*, *P. glycinea*, *P. pisi*, *P. syringae*, *P. vignae*, *P. xanthochlora*, *A. alternate*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *P. infestans*) даже в относительно низких концентрациях (менее 10 мкг/мл). Наиболее выраженный фунгицидный эффект наблюдали в отношении *A. alternata*, а также представителей рода *Fusarium* (подавление роста зафиксировано при внесении антибиотика в концентрации 2,5-5 мкг/мл) [17].

Погодные условия являются ключевым фактором для роста и развития растений лука репчатого. Экспериментальные исследования, проведенные в 2017-2018 гг. в полевых условиях, показали, что в 2017 г. во II-III декадах мая из-за низких температур (на 1,8 °C ниже климатической нормы) и пониженной относительной влажности воздуха (13,3–17 % осадков от среднееголетней нормы) наблюдали задержку прорастания семян от оптимальных сроков. Первые всходы лука отмечены на 15-е сутки (30.05.2017) после сева, массовые – на 22-е сутки (06.06.2017). В дальнейшем складывались неблагоприятные условия для роста и развития растений лука – повышенные среднесуточные температуры (на 0,5-3,0 °C выше многолетних климатических значений) и дефицит суммы осадков (71,0 % от климатической нормы). Во второй половине вегетации температура воздуха была ниже среднееголетней нормы, а количество выпавших осадков значительно превысило среднееголетние значения в августе и сентябре (166,7-276,0 % от нормы), что неблагоприятно сказалось на накоплении урожая луковок.

Погодные условия второй декады июля (среднесуточная температура в диапазоне 14,8-18,9 °C и высокая относительная влажность воздуха – 82-100 %) способствовали развитию пероноспороза на уровне 0,4 %. Учитывая тот факт, что конидии возбудителя пероноспороза гибнут при низкой относительной влажности и высоких температурах, учеты, проведенные в конце июля и первой и второй декадах августа, показали отсутствие визуальных признаков болезни (среднесуточная температура 18,8-24,5 °C, относительная влажность воздуха не превышала 80 %).

В третьей декаде августа сложились благоприятные условия для развития пероноспороза – среднесуточная температура 13,8-18,5 °С, относительная влажность воздуха 90-100 %.

В ходе исследований было установлено, что применение препарата «МаксИммун» способствовало достоверному увеличению морфометрических показателей лука репчатого, которые были на уровне препарата Экосил, ВЭ. Высота растений в варианте с препаратом «МаксИммун» на даты учетов превышала данный показатель в контрольном варианте на 75,4 и 87,4 %, масса луковиц – на 17,6 и 52,8 %, масса пера – на 35,5 и 44,2 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние препарата «МаксИммун» на морфометрические показатели растений лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», сорт Штутгартен Ризен, 2017 г.)

Вариант опыта	Высота растений			Масса луковиц			Масса пера		
	Дата учета 06.07								
	см	± к контро- лю		г	± к контро- лю		г	± к контро- лю	
		см	%		г	%		г	%
Контроль	11,8±0,96	—	—	10,8			10,8	—	—
Экосил, ВЭ	19,9±2,85	+8,1	+68,6	11,1	+0,3	+2,8	17,3	+5,2	+42,9
«МаксИммун»	20,7±2,05	+8,9	+75,4	12,7	+1,9	+17,6	16,4	+4,3	+35,5
НСР ₀₅	—	—	—	2,21	—	—	3,20	—	—
	Дата учета 24.08								
	см	± к контро- лю		г	± к контро- лю		г	± к контро- лю	
		см	%		г	%		г	%
Контроль	17,4±1,04	—	—	10,8			20,6	—	—
Экосил, ВЭ	31,0±2,84	+13,6	+78,2	16,6	+5,8	+53,7	28,9	+8,3	+40,3
«МаксИммун»	32,6±2,98	+15,2	+87,4	16,5	+5,7	+52,8	29,7	+9,1	+44,2
НСР ₀₅	—	—	—	2,96	—	—	6,60	—	—

Биологическая эффективность препарата «МаксИммун» в контроле пероноспороза при учете в первой декаде июля составила 50,0 %, в варианте с регулятором роста Экосил, ВЭ, рекомендованном для повышения устойчивости лука репчатого к пероноспорозу, – 75,0 %. Обработка растений лука препаратом «МаксИммун», КС способствовала снижению развития пероноспороза в 1,8 раза, препаратом Экосил, ВЭ – в 1,7 раза (07.09) (рисунок 1).

При учете к концу вегетации развитие болезни не превышало 24,9 %, тогда как в контроле данный показатель достигал 45,0 %. Биологическая эффективность препарата в динамике варьировала от 44,7 до 57,1 %. В варианте с регулятором роста Экосил, ВЭ данный показатель составил 40,4-75,0 %.

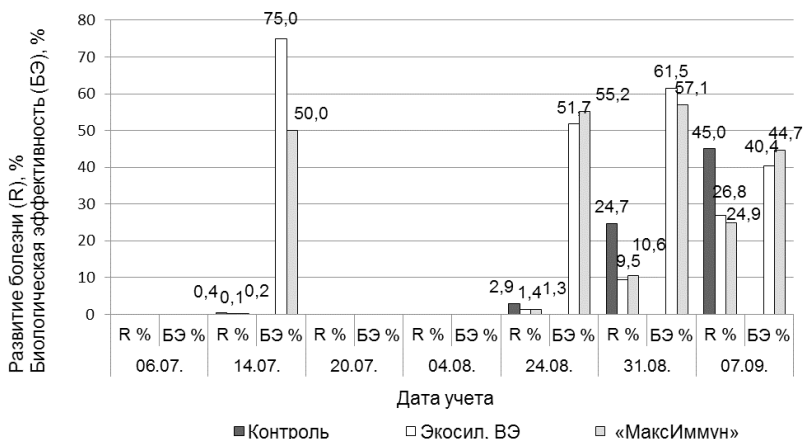


Рисунок 1 – Влияние препарата «МаксИммун» на динамику развития ложной мучнистой росы (пероноспороза) в посевах лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», с. Штутгартер Ризен, 2017 г.)

При оценке хозяйственной эффективности препарата «МаксИммун» отмечено статистически значимое увеличение диаметра и массы луковиц. Анализ урожайных данных показал значительную прибавку урожайности в вариантах с препаратом «МаксИммун» – 55,5 % (66,4 ц/га), Экосил, ВЭ – 57,0 % (68,2 ц/га) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние препарата «МаксИммун» на урожайные данные лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», с. Штутгартер Ризен, 2017 г.)

Вариант	Диаметр луковиц			Масса луковицы			Урожайность		
	мм	± к контролю		г	± к контролю		ц/га	± к контролю	
		мм	%		г	%		ц/га	%
Контроль	35,1	–	–	23,9	–	–	119,6	–	–
Экосил, ВЭ	41,5	6,4	+18,2	36,1	12,2	+51,5	187,8	68,2	+57,0
«МаксИммун»	38,4	3,3	+9,4	34,7	10,8	+45,2	186,0	66,4	+55,5
НСР ₀₅	2,68	–	–	5,45	–	–	61,55	–	–

Примечание. Уборку лука проводили 22.09 вручную.

В 2018 году исследования по оценке эффективности препарата «МаксИммун» в посевах лука репчатого были продолжены. В I–III декадах мая и I декаде июня из-за высоких температур (на 23,8 °C выше климатической нормы) и пониженной относительной влажности воздуха (в мае выпало осадков меньше на 54,1 % от среднемноголетней

нормы, в июне – меньше на 59,5 %) наблюдали задержку прорастания семян от оптимальных сроков. Первые всходы лука отмечены на 28-е сутки (22.05) после сева, массовые – на 30-е сутки (29.05). В дальнейшем складывались неблагоприятные условия для роста и развития растений лука, которые характеризовались повышенными среднесуточными температурами (на 5,8-9,6 °С выше многолетних климатических значений) и дефицитом суммы осадков от климатической нормы (96,2 % (I декада), 46,0 % (II декада) и 36,4 % (III декада)). Во второй половине вегетации температура воздуха была также выше среднемноголетней нормы, а количество выпавших осадков значительно превысило среднемноголетние значения в июле (125,2-186,0 % от нормы), что благоприятно сказалось на накоплении урожая луковиц. В августе сложились благоприятные условия для развития ложной мучнистой росы – высокие дневные (25,0-30,0 °С) и низкие ночные температуры (12,0-18,0 °С) способствовали образованию конденсата на листьях.

В результате оценки морфометрических показателей лука в варианте применения препарата «МаксИммун» отмечено достоверное их увеличение в сравнении с другими вариантами. Высота растений в сравнении с контролем была больше на 21,1 и 40,4 %, масса луковиц на 17,5 и 21,6 %, масса пера на 26,7 и 34,3 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние препарата «МаксИммун» на морфометрические показатели растений лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», сорт Штутгартен Ризен, 2018 г.)

Вариант опыта	Высота растений			Масса луковиц			Масса пера		
	Дата учета 24.07.								
	см	+ к контролю		г	+ к контролю		г	+ к контролю	
		см	%		г	%		г	%
Контроль	25,5±0,97	—	—	11,4			16,1	—	—
Экосил, ВЭ	35,0±2,66	+9,4	+36,9	13,5	+2,1	+18,4	21,3	+5,2	+32,3
«МаксИммун»	35,8±2,11	+10,3	+40,4	13,4	+2,0	+17,5	20,4	+4,3	+26,7
НСР ₀₅	—	—	—	1,82	—	—	3,63	—	—
Вариант опыта	Дата учета 07.08.								
	см	± к контролю		г	± к контролю		г	± к контролю	
		см	%		г	%		г	%
	Контроль	35,5±1,00	—	—	18,5			29,2	—
Экосил, ВЭ	41,9±2,95	+6,4	+18,0	22,7	+4,2	+22,7	38,0	+8,8	+30,2
«МаксИммун»	43,0±2,71	+7,5	+21,1	22,5	+4,0	+21,6	39,2	+10,0	+34,3
НСР ₀₅	—	—	—	2,97	—	—	6,21	—	—

Биологическая эффективность препарата «МаксИммун» в контроле пероноспороза в первой декаде августа при развитии болезни в контроле 2,5 % достигала 56,0 % (рисунок 2).

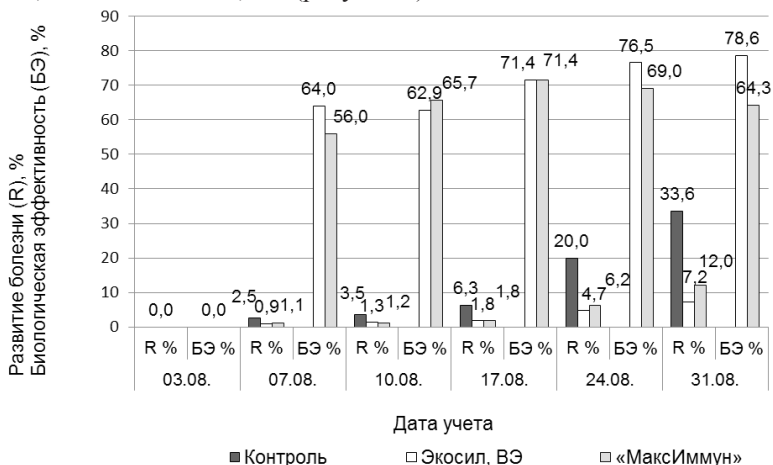


Рисунок 2 – Влияние препарата «МаксИммун» на динамику развития ложной мучнистой росы (пероноспороза) в посевах лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», с. Штутгартер Ризен, 2018 г.)

Обработка растений лука препаратом способствовала снижению развития пероноспороза в 2,8 раза (при учете 31.09), биологическая эффективность препарата в динамике варьировала от 56,0 до 71,4 %.

При анализе урожайных данных установлено статистически значимое увеличение морфометрических показателей растений: диаметра луковиц – на 22,8 % и массы луковиц – на 18,7 %. Отмечена значительная прибавка урожайности в вариантах с препаратом «МаксИммун» – 29,0 %, что составило 62,8 ц/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние препарата для индукции системной устойчивости растений на урожайные данные лука репчатого (РУП «Институт защиты растений», сорт Штутгартер Ризен, 2018 г.)

Вариант	Диаметр луковиц			Масса луковицы			Урожайность		
	мм	к контролю		г	к контролю		ц/га	к контролю	
		мм	%		г	%		ц/га	%
Контроль	64,8	—	—	106,5	—	—	216,5	—	—
Экосил, ВЭ	80,5	+15,7	+24,2	126,8	+20,3	+19,1	280,5	+64,0	+29,6
«МаксИммун»	79,6	+14,8	+22,8	126,4	+19,9	+18,7	279,3	+62,8	+29,0
НСР ₀₅	5,14	—	—	4,97	—	—	5,59	—	—

Примечание. Уборку лука проводили 21.09 вручную.

Выводы. Анализ метаболитного профиля элиситорных компонентов препарата «МаксИммун» показал, что целевую активность – ростостимулирующее действие, формирование у высших растений системной устойчивости ISR-типа и широкий спектр антибиотической активности в отношении фитопатогенных бактерий, грибов и оомицетов – обеспечивают полипептидные антибиотики аминогликозидной природы, феназин и пирролнитрин.

Применение препарата «МаксИммун» для индукции системной устойчивости растений способствовало стимуляции роста и развития лука репчатого (увеличении массы пера, луковиц и повышение урожайности). Биологическая эффективность в защите лука репчатого от пероноспороза в годы исследований составила 44,7–71,4 %, что позволило получить дополнительно 62,8 и 66,4 ц/га продукции.

На основании проведенных исследований препарат «МаксИммун» внесен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в качестве регулятора роста растений.

Список литературы

1. Волчкевич, И.Г. Эффективность действия инсектицида Гринда на луковую муху/ И.Г. Волчкевич, И.И. Вага // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2016. – № 1. – С. 60–63.
2. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables / T. Bahorun [et al.] // J. of the Science of Food and Agriculture. – 2004. – Vol. 12. – P. 1553 – 1561.
3. Hanci, F. A Comprehensive overview of onion production: Worldwide and Turkey / F. Hanci // IOSR J. of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). – 2018. – Vol. 11. – P. 17–27.
4. Gupta, R. C. Effect of integrated disease management packages on diseases incidence and bulb yield of onion (*Allium cepa* L.) / R. C. Gupta, R. P. Gupta // SAARC J. Agri. – 2013. – Vol.11. – P. 49–59.
5. Ansari, N. A. Onion cultivation and production in Iran. Middle Eastern and Russian / N. A. Ansari, S. C. Chamran // J. of Plant Science and Biotechnology. – Vol.1, №2. – 2019. – P. 23–38.
6. Etiology of twister disease complex in onion / S. Patil, [et al.] // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2018. – Vol.7, №12. – P. 3644–3657.
7. Bulajić, A. Important onion diseases and control measures / A. Bulajić, B. Krstić, M. Ivanović // BiljniLekar (Plant Doctor). – Vol.36, № 2. – 2008. – P. 103–113.
8. Etana, M. B. Major onion (*Allium cepa* L.) production challenges in Ethiopia: A Review / M. B. Etana, M. C. Aga, B. O. Fufa // J. of Biology, Agriculture and Healthcare. – Vol.9, №7. – 2019. – P. 42–47.
9. Купреенко, Н. П. Болезни лука репчатого в Беларуси: монография / Н. П. Купреенко; рец. В. Л. Налобова, Л. А. Мишин; Республиканское унитарное предприятие «Институт овощеводства Национальной академии наук Беларуси». – Минск: Белпринт, 2005. – 119 с.
10. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / А.К. Ахатов [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 463 с.

11. Хайсин, М. Ф. Устойчивость сортов репчатого лука (*Allium cepa* L.) к пероноспорозу *Peronospora destructor* / М. Ф. Хайсин // Защита овощных культур от болезней и сорняков. – Кишинев: Штиинца, 1978. – С. 21–36.
12. Gupta, R. C. Effect of integrated disease management on diseases incidence and bulb yield of onion (*Allium cepa* L.) / R. C. Gupta, R. P. Gupta // SAARC J. Agri. – 2013. – Vol. 11. – P. 49–59.
13. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / сост.: Л. И. Прищепа, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка ; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.
14. Маслак, Д. В. Выделение антимикробных метаболитов бактерий *Bacillus subtilis* КМБУ 30043 / Д. В. Маслак, Н. В. Власик, Н. П. Максимова // Микробиология и биотехнология XXI столетия: материалы междунар. конф.; под ред. А. Г. Лобанка. – Минск, 2002. – С. 51–52.
15. A seven-gene locus for synthesis of phenazine-1-carboxylic acid by *Pseudomonas fluorescens* 2–79. / D.V. Mavrodi [et al.] // J. Bacteriol. – 1998. – Vol. 180. – P. 2541–2548.
16. Феклистова, И. Н. Синтез феназиновых соединений бактериями *Pseudomonas aurantiaca* B-162 / И. Н. Феклистова, Н. П. Максимова // Вести Белорусского ун-та. – Сер. 2: Химия. Биология. География. – 2005. – № 2. – С. 66–69.
17. Феклистова, И. Н. Синтез антибиотика пирролнитрина бактериями *Pseudomonas aurantiaca* B-162 / И. Н. Феклистова, И. А. Гринева, Л. Е. Садовская // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. – 2009. – Т. 114, вып. 2. – С. 107–109.

I.A. Grineva¹, I.N. Feklistova¹, D.V. Voitka², E.K. Yuzefovich², D.V. Maslak¹, A.V. Mikhniuk², V.A. Lomonosova¹, T.L. Skakun¹, L.Ye. Sadovskaya¹

¹Belarusian State University, Minsk

²RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

EFFICIENCY OF THE BIOLOGICAL GROWTH REGULATOR “MAXIMMUN” WHILE GROWING ONION IN ONE-YEAR CULTURE

Annotation. The article presents the results of efficiency evaluating of microbiological growth regulator «MaxImmun» on the base of the elicitor components – inactivated bacteria *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 and *Bacillus subtilis* 494 and their secondary metabolites – when growing onion in one-year culture. It is shown that the use of the preparation provides the productivity increase for 29,0–55,0 %. The protective effect of the preparation against downy mildew (peronosporosis) has been noted: the biological effectiveness for crop protection against the disease has reached 71.4 %. Based on the studies, the preparation MaxImmun» is recommended for use in the Republic of Belarus as a plant growth regulator in the agricultural sector and in private farms.

Key words: biological preparation «MaxImmun», onion, growth regulator, stimulating effect, peronosporosis, efficiency.

Д.Т. Кожич¹, С.В. Слонская¹, С.М. Арабей¹, М.С. Абрамович²

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

НОВЫЕ МЕТОДИКИ СИНТЕЗА 2,5-ДИФЕНИЛТИОФЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ, КАК ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ БИОПЕСТИЦИДОВ

Рецензент: канд. биол. наук Войтка Д.В.

Аннотация. Осуществлены усовершенствованные двухстадийная и препаративная *«one-pot»* методики синтеза 2,5-дифенилтиофена и его метокси- и бромпроизводных из соответствующих терминальных арилацетиленов. С учетом условий и принципов «зеленой» химии синтеза реализованны с такими важными критериями, как экономия атомов, доступность и дешевизна реагентов. Полученные соединения могут быть использованы для синтеза аналогов биопестицидов.

Ключевые слова: дифенилтиофен, терминальный ацетилен, пятичленные гетероциклы, *«one-pot»* синтез, катализатор, биопестицид.

Введение. Современное сельскохозяйственное производство невозможно представить без использования большого набора пестицидов, как химических препаратов для защиты растений от болезней, насекомых, сорняков и разнообразных воздействий внешней среды. Пестициды являются органическими соединениями, как правило, синтетического происхождения и в большинстве своем не разрушаются ни ферментативными системами растений, ни физическими и химическими воздействиями извне. Эта особенность приводит к их накоплению в почве и воде, и, как следствие, в собираемом урожае, а значит и в организмах животного происхождения. Таким образом, широкое применение традиционных пестицидов вызывает потенциальную опасность для человека и окружающей среды. Поэтому в настоящее время в мире существует острая необходимость разработки пестицидов нового поколения – препаратов, позволяющих получать экологически чистые продукты питания. Одним из способов уменьшения вредного воздействия пестицидов является использование биопестицидов, т. е. пестицидов биологического происхождения, полученных из таких природных материалов, как животные, растения, бактерии и некоторые минералы [1].

Известно, что многие растения самостоятельно синтезируют собственные защитные натуральные вещества (биопестициды), способные защитить их от вредителей и стрессовых условий внешней среды [2]. Они не загрязняют окружающую среду и сельхозпродукцию, поскольку действуют в малых концентрациях, а их действие направлено исключительно на определенную группу вредителей (избирательность, селективность воздействия). Более того, в отличие от традиционных пестицидов, к которым быстро привыкают живые организмы, биопестициды отличаются отсутствием резистентности растений и насекомых к их действию, что усиливает эффективность их защитных мер. Таким образом, применение биопестицидов логически вписывается в концепцию «зелёной» химии в отношении устойчивого сельского хозяйства – это стратегия наращивания производства продовольствия с сохранением чистоты почвы, воды, флоры и фауны, т.е. без ущерба для окружающей среды и населения. К сожалению, скорость наработки растениями таких природных веществ в нужном количестве не всегда достаточна для их эффективной защиты. Поэтому дополнительное выделение биопестицидов из другого природного сырья или получение их синтетическим путем могут служить одним из эффективных путей повышения устойчивости и урожайности сельскохозяйственных культур с минимизацией экологических последствий.

Как правило, большинство известных биопестицидов имеют структуру, содержащую гетероциклический компонент. Например, известен целый ряд биопестицидов тиафенового ряда, выделенных из растений [3, 4]. Цель настоящего исследования – разработка препаративных и простых методик синтеза 2,5-дифентиафена (2,5-ДФТ) и его производных из доступных и дешевых реактивов, которые не требуют сложного химического оборудования и отвечающие принципам и критериям «зеленой» химии [5]. Эти соединения тиафенового ряда могут стать ключевыми компонентами (прекурсорами) для получения синтетических аналогов биопестицидов. Настоящая работа является продолжением исследований по синтезу производных пятичленных гетероциклических соединений и их испытаний на растениях, показавших их ростстимулирующую активность [6, 7].

Существует два варианта реального планирования и реализации конкретного синтеза: первый – когда определено исходное соединение (прекурсор) и нужно выбрать оптимальный путь его превращения в конечный продукт; второй – когда известен конечный продукт и нужно определиться, какие исходные соединения потребуются для его синтеза и какими способами можно его получить.

Сформулированная в работе цель требует того, что для получения конечных продуктов (производных тиафена) нужно выбрать исходные соединения и определиться с методиками их превращения в конечные. Анализ литературных источников показал, что наиболее доступными и предпочтительными исходными соединениями для получения пятичленных гетероциклических соединений являются терминальные ацетилены (см. рисунок 1).

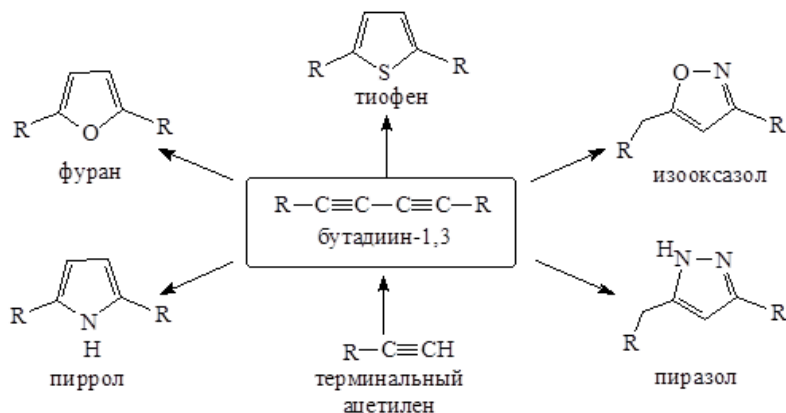


Рисунок 1 – Схема основных стадий синтеза замещенных пятичленных гетероциклических соединений

Две стадии синтеза замещенных пятичленных гетероциклических соединений, изображенные на рисунке 1, могут быть реализованы следующим образом. Первоначально, путем окислительной димеризации в присутствии катализаторов, исходный терминальный ацетилен образует производное бутадиина-1,3 (первая стадия). Далее путем циклизации бутадиина-1,3 (вторая стадия) получают конечный продукт. Например, с помощью серы или ее производных получается конечное соединение – тиафен и его производные. Рисунок 1 отражает универсальность использования терминальных ацетиленов для синтеза других замещенных пятичленных гетероциклических соединений пиррола, фурана, изоксазола, пиразола и др., которые могут потенциально обладать биологической активностью.

Методики синтеза 2,5-ДФТ и его производных. Несмотря на то, что в литературе описан ряд методов реализации двух описанных выше стадий синтеза 2,5-ДФТ [8], в данной работе на основе принципов «зеленой» химии разработаны новые методики синтеза этого соединения и его производных (2,5-ди(4-метоксифенил)тиофена и 2,5-ди(4-бром-

фенил)тиофена), которые упростили осуществление литературных синтетических подходов.

Двухстадийная методика синтеза 2,5-ДФТ и его производных на основе реакции циклизации соответствующих сопряженных бутадиinov была реализован по схеме, изображенной на рисунке 2.

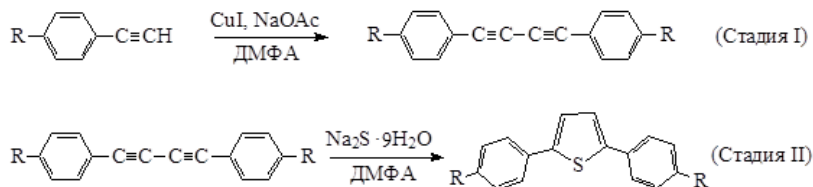


Рисунок 2 – Схема двухстадийного синтеза 2,5-ДФТ и его диметокси- и дибромпроизводных

На стадии I получен 1,4-дифенилбутадиин-1,3 или, соответственно, 1,4-ди(4-метоксифенил)бутадиин-1,3 и 1,4-ди(4-бромфенил)бутадиин-1,3. Для этого к перемешиваемому раствору 4-фенилацетилена (4-метоксифенилацетилена или 4-бромфенилацетилена) (5 ммоль) в 10 мл ДМФА добавляли CuI (1 ммоль) как катализатор и плавленный ацетат натрия NaOAc (5 ммоль). Полученная смесь перемешивалась при 90°C на открытом воздухе в течение ~8 часов (~9 и ~6 часов для соответствующих производных). Контроль за ходом реакции осуществлялся с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ). После охлаждения реакционная смесь профильтровывалась через небольшой слой окиси алюминия. К образованному элюату добавляли воду до прекращения выделения осадка. Полученный осадок отфильтровывали, тщательно промывали водой на фильтре. Сырой продукт подвергался очистке с помощью колоночной хроматографии на силикагеле (элюент – петролейный эфир или дихлорэтан). После перекристаллизации из изопропилового спирта (или хлороформа) выход целевого продукта стадии I составил 85 % (67 % и 65 % для соответствующих производных).

На стадии II получен 2,5-ДФТ (2,5-ди(4-метоксифенил)тиофен и 2,5-ди(4-бромфенил)тиофен). Для этого к перемешиваемому раствору 1,4-дифенилбутадиина-1,3 (1,4-ди(4-метоксифенил)бутадиина-1,3 и 1,4-ди(4-бромфенил)бутадиина-1,3) (1 ммоль) в 10 мл ДМФА добавляли Na₂S · 9H₂O (3 ммоль) и полученную реакционную смесь перемешивали 10 часов (12 и 3 часа для соответствующих производных) при 90°C. Затем при перемешивании к реакционной смеси добавляли воду до прекращения выделения осадка. Полученный осадок отфильтровывали, тщательно промывали водой на фильтре. Сырой продукт

подвергался очистке с помощью колоночной хроматографии на силикагеле (элюент – этилацетат или дихлорэтан). После перекристаллизации из петролейного эфира (или хлороформа) выход конечного продукта составил 86 % (76 % и 74 % для соответствующих производных). Чистота полученных веществ, отсутствие изомерных и побочных продуктов на стадиях I и II подтверждена методом ТСХ и совпадением их температур плавления с литературными данными.

«One-pot» методика синтеза. Современная стратегия органического синтеза стремится к эффективности, простоте и экологичности предлагаемых синтетических методов с соблюдением основополагающих принципов «зеленой» химии. Среди них широкое распространение получил синтетический метод «one-pot» (синтез в «одном сосуде»), который позволяет осуществить несколько превращений в одной реакционной емкости без выделения промежуточных продуктов [9]. В результате апробации этого метода в настоящей работе две стадии синтеза 2,5-ДФТ и его производных были реализованы без выделения и очистки промежуточных 1,4-дифенилбутадина-1,3, а также 1,4-ди(4-метоксифенил)бутадина-1,3 и 1,4-ди(4-бромфенил)бутадина-1,3 (с применением в качестве растворителя ДМСО).

К примеру, «one-pot» методика синтеза 2,5-ДФТ состояла в следующем. К перемешиваемому раствору (11 мл фенилацетилена в 80 мл ДСМО) добавляли 1,9 г CuI как катализатора (в отличие от экзотических и дорогостоящих палладиевых или иридиевых катализаторов [10]) и 8,2 г плавленного ацетата натрия. Полученная смесь перемешивалась при 90°C на открытом воздухе в течение 9 часов. После охлаждения реакционная смесь профильтровывалась через небольшой слой окиси алюминия, а сама окись алюминия дополнительно промывалась ДСМО так, чтобы общий объем элюата достиг 210 мл. К полученному элюату добавляли 72 г сульфида натрия $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и полученную реакционную смесь перемешивали 3 часа при комнатной температуре. Для выделения конечного продукта исключена стадия его экстракции, которая заменена простым добавлением воды к реакционной смеси, приводящей к высаждению продукта в виде осадка, что позволило в итоге сократить затраты времени и реактивов на проведение синтеза. Полученный осадок отфильтровывали, тщательно промывали водой на фильтре. После перекристаллизации из изопропилового спирта выход конечного продукта (2,5-ДФТ) составил 81 %.

При аналогичных условиях «one-pot» методикой также были получены диметокси- и дибромзамещенный 2,5-ДФТ. Контроль над полнотой протекания «one-pot» синтеза и чистотой полученных веществ осуществлялся с помощью тонкослойной хроматографии, а также совпадением температуры плавления ($T_{\text{пл}} = 147\text{-}149^\circ\text{C}$) с литературными

данными. Дополнительным подтверждением достоверности структуры полученных соединений является соответствие их спектрально-люминесцентных свойств (максимумы полос поглощения синтезированных соединений в н-гексане лежат в области 325-335 нм) литературным.

Результаты и их обсуждение. Анализ литературных источников показывает, что для синтеза структур, содержащих в своем составе тиюфен, по-прежнему наиболее широкое распространение имеют реакции кросс-сочетания самого тиюфена или его производных с использованием дорогих и трудно доступных реактивов и катализаторов [10]. Для сравнения полученных в работе результатов из 16 известных и описанных в литературе «one-pot» методов получения 2,5-ДФТ выбраны пять, в которых выход конечного продукта был не менее 60 %, но которые обладали рядом существенных недостатков (схематически отмечены на рисунке 3).

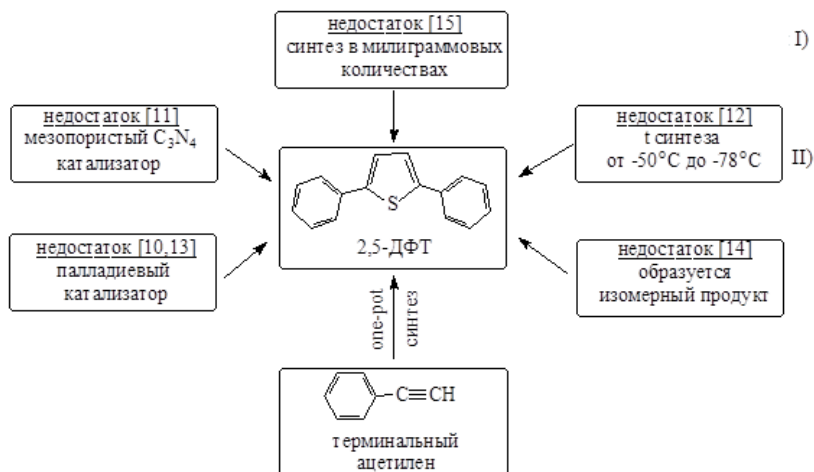


Рисунок 3 – Недостатки известных «one-pot» синтезов 2,5-ДФТ

Методики синтеза 2,5-ДФТ и его производных, реализованные и описанные в настоящей работе, имеют ряд преимуществ по сравнению с описанными в литературе:

- исключено использование экзотических и дорогостоящих катализаторов на основе переходных металлов (палладий или иридий) путем их замены на доступные, менее токсичные и более дешевые соли меди;
- реакции проведены при комнатной температуре или при нагревании не более чем 100 °С;
- не требуется проведения реакций в абсолютных (обезвоженных) средах;
- использована замена стадии экстракции конечных продуктов на их высаживание водой;

- стадии синтеза исключают образование изомерных и побочных продуктов;
- выходы продуктов на обеих стадиях не менее 60 %;
- техническая реализация синтетических процедур реализуется без использования сложного химического оборудования.

Важно отметить, что апробированный в работе «one-pot» метод синтеза дифенилтиофенов можно рассматривать в качестве альтернативного метода, наиболее соответствующего принципам и критериям «зеленой» химии.

Заключение. В работе предложена и экспериментально реализована двухстадийная методика синтеза 2,5-ДФТ и его производных из соответствующих терминальных фенилацетиленов, обладающая рядом преимуществ по сравнению с известными. Для учета критериев и принципов «зеленой» химии была также апробирована препаративная «one pot» методика синтеза 2,5-ДФТ с учетом важных критериев экономии атомов, доступности и дешевизны реагентов. Показано, что осуществленные синтетические превращения позволили избежать применения дорогостоящих и чувствительных к воздуху и влаге палладиевых и иридиевых катализаторов. Кроме того, «one-pot» методика позволила исключить стадию выделения промежуточного продукта и достичь высокого выхода конечного продукта. Предложенные и реализованные двухстадийная и «one-pot» методики получения производных 2,5-дифенилтиофена с электронодонорными (2,5-ди(4-метоксифенил)тиофен) или электроноакцепторными (2,5-ди(4-бромфенил)тиофен) заместителями, сводящиеся к замене стадии экстракции конечных продуктов на их высаживание водой и приводящие к существенному сокращению времени получения конечного продукта, уменьшению количества отходов и объемов потребляемых растворителей. С целью развития работ в этом направлении планируется реализовать синтез терминальных ацетиленов гетероароматических соединений для получения новых производных тиофена и других пятичленных гетероциклов, способных заменить ряд традиционных пестицидов.

Список литературы

1. What are Biopesticides? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>.
2. Соколов, Ю. А. Элиситоры и их применение в сельском хозяйстве / Ю. А. Соколов. – Минск: «Беларуская навука», 2016. – 201 с.
3. Antifungal Activity of Thiophenes from *Echinops ritro* / N.Fokialakis [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 54, № 5. – P. 1651–1655.
4. Novel Substituted Thiophenes and Sulf-Polyacetylene Ester from *Echinops ritro* L. / L.-B. Li [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, №4. – P. 805.
5. Anastas, P. T. Green chemistry: theory and practice / P. T. Anastas, J. C. Warner. – Oxford University Press, 2000. – 135 p.

6. 5-R-тиофен-2-карбоновые кислоты, содержащие пиррольный цикл: пат. Украина 46050 / О. С. Пелипец, Е. Й. Михе́дькина, Е. В. Бибик, В. Г. Диндорого, Л. А. Луценко, Д. Т. Кожич, С. С. Крамаренко. – Оpubл. 10.12.2009.
7. Синтез полизамещенных тиенилпирролов и их исследование в качестве регуляторов роста растений / Е. И. Михе́дькина [и др.] // Журнал органической и фармацевтической химии. – 2019. – Т. 17, №2. – С. 18–25.
8. A Saddle-shaped Macrocyclic Comprising 2,5-Diphenylthiophene Units / T. Iwanaga [et al.] // Chemistry Letters. – 2018. – Vol.47, №6. – P. 760–762.
9. Hayashi, Y. Pot economy and one-pot synthesis / Y. Hayashi // Chemical Science. – 2016. – Vol. 7, №2. – P. 866–880.
10. Pd-Catalyzed β -Selective C-H Arylation of Thiophenes with Triarylantimony Difluorides / Y. Kitamura [et al.] // Asian Journal of Organic Chemistry. – 2019. – Vol. 8, №1. – P. 138–143.
11. Copper Nanoparticles on Ordered Mesoporous Carbon Nitride Support: a Superior Catalyst for Homo and Cross Coupling of Terminal Alkynes under Base Free Conditions / H. Xu [et al.] // European Journal of Organic Chemistry. – 2019. – Vol. 2019, №39. – P. 6690–6696.
12. Nishiyama, H. Transformation of Regioregular Organotitanium Polymers into Group 16 Heterole Containing π Conjugated Materials / H. Nishiyama, T. Kino, I. Tomita // Macromolecular Rapid Communications. – 2012. – Vol. 33, №6-7. – P. 545–549.
13. Silver Catalyzed Regio and Stereoselective Thiocyanation of Haloalkynes: Access to (Z) Vinyl Thiocyanates / G. Jiang [et al.] // Advanced Synthesis & Catalysis. – 2017. – Vol. 359, №7. – P. 1208–1212.
14. Darabi, H. R. Development of a Synthesis of Diphenylthiophenes via a One-Pot Reaction of Phenylacetylene and Sulfur / H. R. Darabi, K. Aghapoor, F. Mohsenzadeh // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements – 2005. – Vol. 180, №11. – P. 2483–2489.
15. A general approach to arylated furans, pyrroles, and thiophenes / Q. Zheng [et al.] // Tetrahedron. 2014. – Vol. 70, №44. – P. 8252–8256.

D.T. Kozhich¹, S.V. Slonskaya¹, S.M. Arabey¹, M.S. Abramovich²

¹Belarusian State Technological University, Minsk

²Lomonosov Moscow State University

NEW METHODS OF 2,5-DIPHENYLTHIOPHENE AND ITS DERIVATIVES SYNTHESIS AS PRECURSORS FOR GETTING THE SYNTHETIC BIOPESTICIDES ANALOGUES

Annotation. The improved two-stage and preparative “one-pot” methods for the synthesis of 2,5-diphenylthiophene and its methoxy and bromo derivatives from the corresponding terminal arylacetylenes have been realized. Taking into account the conditions and principles of “green” chemistry, the syntheses are implemented with such important criteria as saving of atoms, availability and low cost of reagents. The resulting compounds can be used for the synthesis of biopesticide analogues.

Key words: diphenylthiophene, terminal acetylene, five-membered heterocycles, “one-pot” synthesis, catalyst, biopesticide.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632.954:633.358:631.445.24:631.434.52

С.А. Арашкович

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

ДЕГРАДАЦИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ПОСЕВАХ ГОРОХА ОВОЩНОГО

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

Аннотация. Изучено поведение действующих веществ гербицидов, применяемых при защите посевов гороха овощного от сорных растений, в дерново-подзолистой почве. Показано, что применение гербицидов Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) в дозе 1,0-1,5 л/га и Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) в дозе 1,0 л/га не представляет опасности для последующих культур севооборота, так как уже через 20-40 суток после их применения действующие вещества локализуются в пахотном слое почвы и не превышают установленных предельно допустимых концентраций, а через 75 суток подвергаются полному разложению.

Ключевые слова: горох овощной, гербициды, действующие вещества, бентазон, имазамокс, хизалофоп-П-этил, почва.

Введение. Горох овощной является основной зернобобовой культурой и важным источником растительного белка. В Беларуси его посевные площади в настоящее время достигают 3,4 тыс. га и постоянно увеличиваются. Средняя урожайность культуры в стране составляет около 35 ц/га, хотя ее потенциал намного выше. Получение высоких и стабильных урожаев гороха овощного затруднено без интенсивного применения химических средств защиты от вредных организмов (вредителей, болезней и сорных растений) [1]. В наибольшей степени отрицательное влияние на культуру оказывают сорные растения, поэтому контроль засоренности посевов имеет первостепенное значение. При высокой численности сорных растений, они снижают урожай и качество продукции, а также усложняют выполнение многих видов полевых работ, в том числе обработку почвы и уборку урожая.

Так, из-за зарастания посевов культуры сорными растениями урожай горошка снижается на 30,0-50,0 %, возможна полная гибель посевов [2]. На сорных растениях также могут развиваться и сохраняться фитофаги, которые затем переходят на культурные растения. Так, сорные растения из семейства сложноцветных способствуют размножению гороховой совки на горохе. Сорные растения также служат резерватом для многих возбудителей болезней растений [3].

Проблема засоренности посевов гороха овощного может быть решена путем применения препаратов химической природы. Однако многие из них имеют прямой или косвенный контакт с почвой и поэтому являются ее загрязнителями. Накапливаясь в почвах, они угнетающе действуют на микро- и макробиоту, а попадая в живые организмы, в основном по пищевым цепям, вызывают ряд отрицательных последствий [4].

Особенности поведения пестицидов сильно варьируют в конкретных почвенно-геохимических условиях. Попадая в почвы, пестициды поглощаются корневыми системами растений, переносятся с почвенной влагой, сорбируются органическими и минеральными коллоидами, подвергаются процессам микробиологического и фотохимического разложения, некоторые из них улетучиваются с поверхности почвы. Почвенные гербициды, вносимые в виде гранул или микрокапсул, способны сохраняться в ней дольше, чем те, которые вносятся в виде жидкостей и порошков.

Загрязнение почв гербицидами может наблюдаться при внесении завышенных доз препаратов, длительном их применении на одном и том же участке, нарушении сроков и технологии внесения. Охрана почв от загрязнения гербицидами и восстановление плодородия уже загрязненных токсикантами почв требует знания основных аспектов поведения гербицидов в почве и осуществления контроля за их остаточными количествами [5].

Экологически безопасное использование пестицидов предполагает детальное исследование их поведения в конкретных условиях. Зная динамику разложения препаратов в защищаемом растении, возможно, предотвратить загрязнение сельскохозяйственной продукции их остатками и спрогнозировать поведение пестицида в окружающей среде. Поэтому особого внимания заслуживает экологическая безопасность при использовании пестицидов, так как зеленый горошек является ценным продуктом в рационе человека, в том числе актуален для детского и диетического питания.

В связи с этим целью исследования являлось изучение динамики разложения в почве действующих веществ гербицидов, используемых для контроля сорной растительности в посевах гороха овощного.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах

гороха овощного сорта Влад в 2019 г. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса – 2,23 %, pH_{KCl} – 5,13, обеспеченность макро- и микроэлементами: P_2O_5 – 376,0 мг/кг почвы, K_2O – 286,0 мг/кг почвы. Предшественник – яровая пшеница; агротехника возделывания – общепринятая для данной зоны. Опыт проводили в четырехкратной повторности при размере делянок 15 м².

Так как горох овощной может использоваться в свежем виде, схема опыта включала варианты с экологизированной защитой, где применяли микробиологический препарат для оздоровления почвы и уменьшенную норму гербицида, и с интенсивной защитой с внесением всех химических препаратов:

I. Контроль – без защитных мероприятий.

II. Экологизированная защита: внесение в почву инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж (*Trichoderma* sp. L-3, КОЕ не менее 5,4 млрд/мл; *Trichoderma* sp. L-6, КОЕ не менее 5,9 млрд/мл; содержание биомассы – не менее 20 г/л) – 6,0 л/га.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков – опрыскивание посевов гербицидом Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л), 1,0 л/га + ПАВ ДАШ в фазе 1-3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев), а против однолетних и многолетних злаковых – препарат Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л), 1,0 л/га в фазе 2-4 листьев однолетних злаковых сорняков и высоте пырея ползучего 10-15 см.

III. Интенсивная защита: опрыскивание посевов гербицидом Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л), 1,5 л/га + ПАВ ДАШ в фазе 1-3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев) против однолетних двудольных и злаковых сорняков, а против однолетних и многолетних злаковых – препарат Миура, КЭ (хизалофоп-п-этил, 125 г/л), 1,0 л/га в фазе 2-4 листьев однолетних злаковых сорняков и высоте пырея ползучего 10-15 см.

Объектами исследований являлись почва и гербициды, применяемые в посевах гороха овощного, а также их действующие вещества: бентазон, имазамокс, и хизалофоп-п-этил.

Бентазон – [3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадазин-4(3Н)-он, 2,2-диоксид] – послевсходовый гербицид контактного действия, относится к химическому классу бензотиадазоны. Хорошо поглощается листьями и по растению передвигается от основания к верхушке. По механизму действия вещество относится к препаратам, ингибирующим фотосинтез. При метаболизме гербицида в растениях молекула гидроксيليруется в положениях 6 и 8. Получившиеся гидроксильные производные связываются с моно- и полисахаридами растений в прочные конъюгаты [6].

Имазамокс – [(RS)-2-(4-изопропил-4-метил-5-оксо-2-имидазоллин-2-ил)-5-метоксиметилнико-тиновая кислота] – послевсходовый гербицид для контроля злаковых и широколистных сорных растений в посевах бобовых, рапса, сои, кукурузы. Имазамокс, как и остальные гербициды группы имидазолинонов, проникает в растения через корни и листья и передвигается по флоэме и ксилеме, накапливаясь в меристематических участках. У чувствительных растений ингибируется фермент ацетолактатсинтаза, что приводит к снижению в растительных тканях уровня аминокислот – валина, лейцина и изолейцина – с последующим нарушением синтеза белка и нуклеиновых кислот. Рост чувствительных растений останавливается уже через несколько часов после обработки [7].

Хизалофоп-П-этил – [(R)-2-[4-(6-[хлоро-2-хиноксалинил) окси] фенокси] пропионовой кислоты этиловый эфир] – высокоэффективный селективный гербицид в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми сорными растениями в посевах сои, сахарной свеклы, картофеля, подсолнечника, хлопчатника и других двудольных культур. Вещество быстро поглощается и легко перемещается в растении, накапливается в узлах и подземных корневищах многолетних злаковых растений, полностью разрушает меристематические ткани корневищ. Помимо активности при топикальном нанесении, эффективен для борьбы со вторичным ростом корневищ многолетних растений. Гибель сорных растений происходит через 7-10 дней [8].

Для изучения остаточных количеств действующих веществ гербицидов в почве, пробы отбирали из пахотного слоя 0-20 см и определяли на 0-е, 20-е, 30-е, 40-е сутки после обработки и в период уборки урожая гороха овощного хроматографическими методами: ВЭЖХ – высокоэффективной жидкостной хроматографией и ГХ/МС – газовой хромато-масс-спектрометрией согласно методическим указаниям [9].

Эффективность гербицидов оценивалась по общепринятым гербологическим методикам [10].

Результаты исследований. Видовой и количественный состав сорной флоры в агроценозе культуры через 30 дней после применения гербицида показал, что в посевах гороха овощного в контрольном варианте отмечено 12 видов сорняков. Их видовое разнообразие было представлено однолетними и многолетними злаковыми и двудольными. Доминирующими видами были марь белая (*Chenopodium album* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.typus), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) и фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.).

Оценка засоренности, проведенная через месяц после обработки, показала, что численность всех сорных растений в вариантах с эко-

логизированной и интенсивной защитой достигла 99,0 и 73,0 шт./м² соответственно, а без применения гербицида – 524 шт./м².

При применении гербицидов Корум, ВРК в норме расхода 1,0 и 1,5 л/га с ПАВ ДАШ и Миура, КЭ (1,0 л/га) биологическая эффективность по снижению численности пырея ползучего составила 88,8 и 91,4 %, подмаренника цепкого – на 91,4 и 96,8, пастушьей сумки – 73,8 и 85,7, мари белой – 70,9 и 82,7, хвоща полевого – на 77,7 и фиалки полевой – 67,4 и 74,4 % соответственно нормам расхода препарата.

Подавление роста вегетативной массы варьировало от 63,7 до 96,3 % в зависимости от варианта. Гербицидная активность препаратов Корум, ВРК + ПАВ ДАШ с Миурой, КЭ достигала 88,4 % по снижению общей вегетативной массы сорных растений как в норме расхода 1,0, так и 1,5 л/га.

В результате проведенных защитных мероприятий в посевах гороха овощного установлена высокая биологическая эффективность препаратов, что повлияло на сохранение урожая культуры. Так, урожайность гороха в варианте с экологизированной защитой составила 50,3 ц/га, интенсивной – 51,9 ц/га, что позволило сохранить 4,9 и 6,5 ц/га соответственно при урожайности в контроле 45,4 ц/га.

При внесении в почву и опрыскивании растений пестицидами только 25-50 % препарата задерживается на обрабатываемых объектах, остальная часть попадает в окружающую среду: воздух, поверхностные и подземные воды, почву и живые организмы. В каждой из сред пестициды проходят определенный путь превращения. Длительность нахождения вещества в среде зависит от ее свойств и характеристик самого пестицида. С течением времени пестициды, как и другие химические вещества, разлагаются в окружающей среде на простые химические соединения. Для разных классов и видов пестицидов нужны и разные периоды времени разложения – от 2 недель до десятков лет.

Результаты изучения динамики разложения гербицидов в почве показали, что содержание действующих веществ бентазона, имазамокса и хизалофоп-П-этила в почве со временем уменьшалось.

На рисунке 1 представлена динамика разложения действующего вещества бентазон гербицида Корум, ВРК в почве. Из приведенных данных видно, что полное разложение бентазона происходило на 75-е сутки после внесения препарата (период уборки урожая), как в варианте с экологизированной, так и интенсивной защитой.

Однако следует отметить, что в варианте с применением биологического препарата содержание бентазона не превышало ПДК (0,15 мг/кг) даже на 0-е сутки и составило всего 0,149 мг/кг, что свидетельствует о более быстром разложении химического вещества, чему может способствовать оптимизация почвенного микробиоценоза при интродукции микробиоагентов.

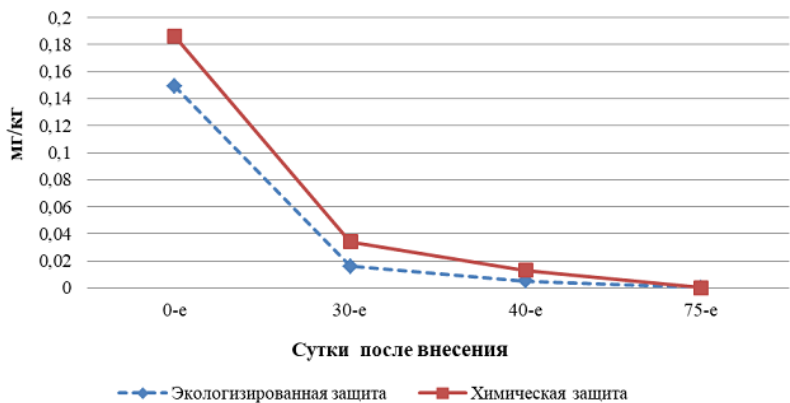


Рисунок 1 – Динамика разложения бентазона в почве

Содержание же в почве бентазона в варианте с интенсивной защитой было больше в 1,2-2,6 раза в зависимости от времени и на 0-е сутки превысило содержание ПДК в 1,2 раза. Начиная с 30-х суток содержание этого действующего вещества в почве уменьшалось и не превышало ПДК (рисунок 1).

Продолжительность сохранения остаточных количеств имазамокса в пахотном слое почвы немного отличалась от бентазона. Так, анализ почвенных образцов показал наличие остаточных количеств действующего вещества, хотя и ниже предельно допустимой концентрации, во всех вариантах опыта (таблица 1).

Необходимо отметить, что содержание имазамокса в варианте с экологизированной защитой не обнаруживалось уже на 30-е сутки, а с интенсивной – на 40-е.

Таблица 1 – Динамика разложения имазамокса в почве

Препарат	Норма расхода по препарату, л/га	Анализируемый объект	Сутки после обработки	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг		ПДК, мг/кг
				Экологизированная защита 1,0 л/га	Интенсивная защита 1,5 л/га	
Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л)	1,5	Горох овощной с. Влад, почва	0	0,072	0,094	1,5
			30	-	0,015	
			40	-	-	
			75	-	-	

При послевсходовом применении гербицида Миура, КЭ в норме расхода 1,0 л/га в посевах гороха овощного установлено, что действующее вещество хизалофоп-П-этил полностью разлагается в почве на 20-е сутки не зависимо от варианта (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика разложения хизалофоп-П-этила в почве

Препарат	Норма расхода по препарату, л/га	Анализируемый объект	Сутки после обработки	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг		ПДК, мг/кг
				Экологизированная защита 1,0 л/га	Интенсивная защита 1,0 л/га	
Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л)	1,0	Горох овощной с. Влад почва	0	0,119	0,098	0,8
			20	-	-	
			32	-	-	

Так, в наших исследованиях хизалофоп-П-этил был обнаружен только на 0-е сутки в количестве 0,119 мг/кг в варианте с экологизированной защитой и 0,098 мг/кг – с интенсивной защитой, что не превышало содержание ПДК.

Выводы. Полученные результаты показывают, что химическая прополка препаратами Корум, ВРК в нормах расхода 1,0 и 1,5 л/га с ПАВ ДАШ и Миура, КЭ сдерживала рост всех сорных растений на 81,1 и 86,1 % соответственно. Подавление роста вегетативной массы варьировало от 63,7 до 96,3 % в зависимости от варианта. Урожайность гороха при этом была на одном уровне – 50,3 ц/га (вариант с экологизированной защитой) и 51,9 ц/га (вариант с интенсивной защитой) при урожайности в контроле 45,4 ц/га. Это говорит о том, что микробиологический инокулянт Ресойлер, Ж способствует получению высокой биологической эффективности гербицида при сниженной норме расхода изучаемого пестицида. Применение гербицидов Корум, ВРК (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22,4 г/л) – 1,0-1,5 л/га и Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) – 1,0 л/га на дерново-подзолистой почве не представляет опасности для последующих культур севооборота, так как уже через 20-40 суток после их применения действующие вещества локализовались в пахотном слое почвы и не превышали установленных предельно допустимых концентраций.

В зависимости от химической природы действующих веществ гербицидов полное их разложение достигается через 20-75 суток. Градация периода полного разложения действующих веществ гербицидов выглядит следующим образом: хизалофоп-П-метил – 20 суток; имазамокс – 30 суток в варианте с экологизированной защитой, 40 суток – в варианте с интенсивной химической защитой; бентазон – 75 суток. Не-

обходимо отметить, что использование биопрепарата Ресойлер, Ж ведет к снижению химической нагрузки на агробиоценоз и не оказывает негативного влияния на эффективность изученных гербицидов.

Список литературы

1. Технология возделывания гороха овощного на семена: рекомендации / Ю. М. Забара [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Институт овощеводства». – Минск, 2013. – 28 с.
2. Беседин, А. Г. Сорта и основные приемы возделывания гороха овощного на Кубани / А. Г. Беседин // Овощи России. – 2013. – № 1(18). – С. 86–89.
3. Баздырев, Г. И. Борьба с сорными растениями в системе земледелия Нечерноземной зоны / Г. И. Баздырев, А. Ф. Сафонов. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 174 с.
4. Sigua, G. C. Distribution and transport of atrazine as influenced by surface cultivation, earthworm population rainfall pattern / G. C. Sigua, A. R. Isensee, A. M. Sadeghi // Im G.J. Chemosphere, 1995. – Vol. 31. – P. 4237–4242.
5. Пестициды в почвах [Электронный ресурс] / География. – Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/pesticidy-v-pochvax>. – Дата доступа: 16.08.2019.
6. Бентазон / Справочник пестициды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/active_substance/bentazone. – Дата доступа: 18.04.2019.
7. Имазамокс / Справочник пестициды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/active_substance/Imazamox. – Дата доступа: 18.04.2019.
8. Хизалофоп-п-этил / Справочник пестициды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/active_substance/quizalofop-P-ethyl. – Дата доступа: 18.04.2019.
9. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сб. метод. указаний. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. – Вып. А. – 254 с.
10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

S.A. Arashkovich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

HERBICIDES DEGRADATION IN SODDY-PODZOLIC SOIL IN VEGETABLE PEA CROPS

Annotation. The behavior of herbicide active ingredients used for vegetable peas protection against weeds in soddy-podzolic soil has been studied. It has been shown that the use of herbicides Corum, WSC (bentazone, 480 g / l + imazamox, 22.4 g / l) at a rate of 1.0-1.5 l/ha and Miura, EC (quizalofop-P-ethyl, 125 g / l) at a rate of 1.0 l/ha does not pose a danger to subsequent crops of the crop rotation, since already 20-40 days after their application, the active ingredients are localized in the arable layer and do not exceed the determined maximum permissible concentrations, and after 75 days they are exposed to complete decomposition.

Key words: vegetable peas, herbicides, active ingredients, bentazone, imazamox, quizalofop-P-ethyl, soil.

И.Р. Вильдфлуш, С.С. Мосур

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Могилевская область*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

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

Аннотация. Условия современного использования технологий интенсивного типа требуют получения высоких урожаев кукурузы хорошего качества. Основным приемом, направленным на достижение этой цели, является применение минеральных и органических удобрений. При планировании урожайности должно учитываться состояние почвенного плодородия и экономическая значимость возделывания культуры. Для формирования высоких урожаев растениям кукурузы необходимы значительные количества питательных элементов на протяжении всего вегетационного периода. Поэтому несомненна актуальность исследований, направленных на изучение влияния удобрений на урожайность и качество кукурузы.

В проведенных исследованиях были установлены системы удобрения, обеспечивающие увеличение урожайности зерна кукурузы, улучшающие химический состав и качество зерна. Установлено, что наибольшая урожайность зерна (103,8 ц/га) и содержание сырого протеина (10,40 %) было в варианте с органоминеральной системой удобрения 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$.

Ключевые слова: регулятор роста, урожайность, удобрение, окупаемость 1 кг NPK кг зерна, сырой протеин, сухое вещество.

Введение. Кукуруза – одна из самых важных сельскохозяйственных культур в мире. В большинстве стран кукурузу выращивают на зерно [1, 2].

Кукуруза одна из самых лучших зернофуражных культур: в одном килограмме зерна содержится 1,34 кормовых единиц и 78 г переваримого протеина [3].

Кукуруза одна из лидирующих культур в современном производстве зерна, которая является растением универсального использования [4–6].

При возделывании кукурузы необходимо полное органоминеральное удобрение, обеспечивающее максимальные показатели агроэкономической эффективности и увеличение почвенного плодородия [7–10].

Применение научно обоснованной системы удобрения способствует получению более высоких и устойчивых урожаев кукурузы в Республике Беларусь [9, 11, 12].

Современные технологии возделывания кукурузы предусматривают применение различных средств, которые содержат вещества, активизирующие рост. Они способствуют увеличению таких показателей, как всхожесть и энергия прорастания семян, усиливают ростовые процессы, ускоряют развитие растений, повышают урожайность [13].

Важнейшее свойство регуляторов роста – свойство физиологически активных веществ изменять интенсивность и направленность ростовых процессов в определенном диапазоне концентраций. Регуляторы роста обладают широким спектром действия – ростовой, эстрогенной, мутагенной, антимутагенной, фунгицидной и бактерицидной активностями [14–16].

Регулятор роста Экосил очень универсален в своем применении. В настоящее время применение регулятора роста Экосил допущено в сельскохозяйственных предприятий более чем на 20 культурах. Тем самым он превосходит все регуляторы роста, применяемые в Беларуси. А в частном секторе Экосил рекомендован на многих овощных культурах [14].

В результате своих исследований Дружкин А.Ф. и Беляева А.А. отмечали положительное действие регуляторов роста. В их опытах урожайность зерна кукурузы увеличивалась при обработке посевов росторегулирующими препаратами на 8,4–10,8 %, а на вариантах с совместным применением гербицидов – на 10,3–12,5 %. [17].

Обработка семян повышает урожай зерна кукурузы на 22,6 %, а сочетание ее с обработкой по вегетации на 37,8 %. Максимальная урожайность в среднем за годы исследований достигла 4,01 т/га [18].

Материал и методика проведения исследований. Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2019 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка имела кислую (2019 г.) и слабокислую (2018 г.) реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом, среднюю обеспеченность подвижными формами меди и цинка, повышенное содержание подвижных форм фосфора, повышенное (2018 г.) и высокое (2019 г.) содержание подвижных форм калия (по методу Кирсанова) (таблица 1).

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Тип зерна промежуточный. Включён в государственные сортовые списки Беларуси в 2012 году. Вегетационный период 106–109 дней.

В опытах применялись удобрения: мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P_2O_5 , 9 % N); хлористый калий (60 % K_2O); навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P_2O_5 – 0,21–0,22 % и K_2O – 0,55–0,57 %); Адоб-Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим-Zn(6-8 % Zn, 9-11 % N), МикроСтим-Cu(6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим-ZnB(4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л), Кристалон ((N – 18 %; P_2O_5 – 18,0 %; K_2O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO_3 – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %)); Экосил – 5 %-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка (средние по всему опытному полю)

Год исследо- вания	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	Гумус, %
		мг/ кг почвы				
2018	5,60	238	291	3,47	4,44	1,6
2019	5,24	217	316	2,57	4,00	1,6

Использовалось комплексное удобрение марки 15-12-19 с 0,2 % B и 0,1 % Zn для кукурузы в дозе эквивалентной варианту ($N_{90}P_{70}K_{120}$), разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси.

Обработку растений кукурузы проводили регулятором роста Экосил(50 мл/га), микроудобрением Адоб Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим Zn(1,5 л/га)+ МикроСтим Cu (1 л/га), МикроСтим Zn,B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га) в фазу 6-8 листьев.

Общая площадь делянки – 25,2 м², учётная – 16,8 м². Повторность – четырёхкратная.

Опыт с кукурузой заложен по следующей схеме (таблица 2)

Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля.

Результаты исследований и их обсуждение. Применение удобрений способствовало увеличению урожайности зерна кукурузы.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ повышало урожайность зерна на 9,2 ц/га, а $N_{90}P_{70}K_{120}$ – на 17,2 ц/га по сравнению с контрольным вариантом (таблица 2).

Новое специализированное комплексное удобрение для кукурузы с цинком и бором по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}$) мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия увеличивало урожайность зерна кукурузы на 4,7 ц/га.

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна кукурузы (в среднем за 2018 и 2019 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га		Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %
		к контролю	к фону					
Контроль	49,0	–	–	–	1.63	3.96	2.41	5.53
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	58,2	9,2	–	4,3	1.45	3.14	2.31	6.04
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные)	66,2	17,2	–	6,1	1.43	3.52	2.37	6.12
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B)	70,9	21,9	–	7,8	1.46	3.59	2.47	6.54
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	78,4	29,4	–	10,5	1.44	3.49	1.99	6.80
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Zn	88,4	39,4	10,0	11,9	1.56	3.82	1.99	7.74
Фон + МикроСтим–Zn	85,0	36,0	6,6	12,8	1.41	3.68	2.05	7.37
Фон + Адоб–Zn	86,7	37,7	8,3	13,4	1.56	3.52	1.86	7.57
Фон + МикроСтим–Zn,Cu	86,0	37,0	7,6	13,2	1.51	3.73	1.97	7.51
Фон + Кристалон	96,2	47,2	17,8	16,8	1.32	3.64	1.86	9.04
Фон + Экосил	85,4	36,4	7,0	13,0	1.65	3.47	2.05	6.96
Фон + МикроСтим–ZnB	90,9	41,9	12,5	14,9	1.64	3.54	2.01	7.21
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀)	101,9	52,9	23,5	–	1.60	3.87	2.06	9.96
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Zn	103,8	54,8	25,4	–	1.49	3.66	1.65	10.40
НСР ₀₅	3,7	–	–	–	0,17	0,39	0,41	0,67

Некорневые подкормки на фоне N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ Адоб–Zn (Польша), МикроСтим–Zn, МикроСтим–Zn,Cu и МикроСтим–ZnB (Беларусь) повышали урожайность зерна кукурузы на 8,3, 6,6, 7,6 и 12,5 ц/га по сравнению с фоновым вариантом при окупаемости 1 кг NPK кг зерна 13,4, 12,8, 13,2 и 14,9 кг соответственно.

Подкормка комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды) на фоне N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ способствовала увеличению урожайности зерна на

17,8 ц/га по сравнению с фоном при самой высокой окупаемости 1 кг NPK кг зерна кукурузы (16,8 кг).

Обработка посевов кукурузы регулятором роста Экосил на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ повышала урожайность зерна на 7,0 ц/га по сравнению с фоном. Более высокая урожайность зерна кукурузы была получена в вариантах с сочетанием навоза и минеральных удобрений. При внесении 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим–Zn урожайность зерна составила 101,9 и 103,8 ц/га, что в 1,3 раза выше по сравнению с фоном и в 2 раза выше, чем на контроле.

Применение минеральных макро-, и микроудобрений, регуляторов роста и органических удобрений не способствовало существенному увеличению содержания сырой золы по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. Содержание сырой золы в контрольном варианте составило 1,63 %.

Минимальное содержание сырой золы в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30} - 1,32$ %.

В фоновом варианте содержание сырой золы составило 1,44 %.

По содержанию сырого жира наименьшее значение было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ (3,14 %). Ни одна из применяемых систем удобрения в опыте не способствовала увеличению содержания сырого жира в зерне кукурузы по сравнению с контрольным вариантом. В удобренном контрольном варианте содержание сырого жира было выше по сравнению с другими применяемыми системами удобрения в опыте и составило 3,96 %.

Наименьшее содержание сырой клетчатки в зерне кукурузы отмечено в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn в сочетании с 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 1,65 %. Максимальное значение было у варианта с применением нового специализированного комплексного удобрения для кукурузы с цинком и бором в дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}B_{0,2}Zn_{0,1}$). Содержание сырой клетчатки составляло 2,47 %.

Содержание сырого протеина находится в сильной зависимости от содержания азота в зерне, чем его больше, тем больше содержание протеина.

Содержание сырого протеина в варианте без применения удобрений было минимальным и составило 5,53 %. В фоновом варианте ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) оно было на 1,27 % выше по сравнению с контрольным вариантом и составило 6,80 %.

Наиболее высокое содержание сырого протеина (9,04 %) в вариантах с применением минеральных систем удобрения было в варианте с

некорневой подкормкой комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составила 9,04 %, что на 2,24 % выше фонового варианта.

Максимальное содержание сырого протеина в зерне кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 9,96 и 10,40 % соответственно.

Для определения качества зерна в нём определяли содержание азота, фосфора и калия, а также цинка и меди (таблица 3).

Чем больше была доза вносимого с удобрением азота, тем больше его содержание было в зерне кукурузы. Минимальное его содержание было в неудобренном контрольном варианте и составило 0,88 %.

Таблица 3 – Влияние удобрений и регулятора роста на содержание макро- и микроэлементов в зерне кукурузы (в среднем за 2018 и 2019 гг.)

Вариант	N	P_2O_5	K_2O	Cu	Zn
	% сухого вещества			мг/кг	
Контроль	0,88	0,65	0,47	1,22	10,18
$N_{60}P_{60}K_{90}$	0,96	0,75	0,52	1,22	10,68
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные)	0,98	0,80	0,63	1,24	10,22
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и B)	1,04	0,72	0,58	1,26	11,42
$N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – ФОН	1,09	0,72	0,61	1,25	10,27
$N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$ + МикроСтим–Zn	1,24	0,82	0,62	1,32	12,80
Фон + МикроСтим–Zn	1,18	0,77	0,60	1,38	12,94
Фон + Адоб–Zn	1,21	0,73	0,58	1,50	15,77
Фон + МикроСтим–Zn,Cu	1,20	0,77	0,61	2,01	14,52
Фон + Кристалон	1,44	0,83	0,70	1,82	11,91
Фон + Экосил	1,11	0,75	0,63	1,49	12,19
Фон + МикроСтим–ZnB	1,15	0,74	0,63	1,40	12,75
Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$)	1,59	0,86	0,61	1,66	13,02
Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) + МикроСтим–Zn	1,66	0,83	0,63	1,40	13,15
НСП ₀₅	0,17	0,07	0,06	0,328	0,882

В фоновом варианте ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) содержание азота в зерне кукурузы составило 1,09 %.

Применение некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ увеличивало содержание азота на 0,35 % (до 1,44 %).

Максимальное содержание азота в зерне кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 1,59 и 1,66 % соответственно.

Минимальное содержание фосфора в зерне кукурузы было в варианте без применения удобрений (0,65 %).

Максимальное содержание фосфора было в вариантах с применением минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$ с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn, некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 0,82, 0,83, 0,86 и 0,83 % соответственно. Во всех остальных вариантах содержание фосфора практически не отличалось.

По содержанию калия в зерне кукурузы минимальное значение (0,47 %) было в варианте без применения удобрений.

В фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ содержания калия в зерне достигло 0,61 %. Во всех остальных вариантах содержание калия не отличалось от фонового варианта, кроме варианта с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$. В данном варианте было максимальное содержание калия, которое составило 0,70 %.

По содержанию меди минимальное значение (1,22 %) имели варианты с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ и неудобренный контрольный вариант. В фоновом варианте содержание меди составило 1,25 мг/кг.

Наибольшее увеличение содержания меди в зерне кукурузы по сравнению с фоновым вариантом была у трёх вариантов: некорневая подкормка МикроСтим–Zn, Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$. Содержание меди в данных вариантах составило 2,01, 1,82 и 1,66 мг/кг соответственно.

Новое специализированное комплексное удобрение для кукурузы с цинком и бором по сравнению с внесением в эквивалентной дозе

($N_{90}P_{70}K_{120}$) мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия увеличивало содержание цинка в зерне на 1,2 мг/кг и составило 11,42 мг/кг.

Максимальное содержание цинка в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки Адоб–Zn и составило 15,77 мг/кг. Несколько ниже содержание цинка в зерне было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn,Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ (14,52 мг/кг).

Заключение.

1. Обработка посевов кукурузы на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ микроудобрениями Адоб–Zn, МикроСтим–Zn, Микростим–ZnB, регулятором роста Экосил и комплексным удобрением Кристалон повышала урожайность зерна кукурузы на 8,3, 6,6, 12,5, 7,0 и 17,8 ц/га.

2. Максимальная урожайность зерна кукурузы была получена в вариантах с сочетанием навоза и минеральных удобрений. При внесении 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120} + \text{МикроСтим–Zn}$ урожайность зерна составила 101,9 и 103,8 ц/га, что в 1,3 раза выше по сравнению с фоном ($N_{90+30}P_{70}K_{120}$) и в 2 раза выше, чем на контроле.

3. Применение минеральных макро-, и микроудобрений, регуляторов роста и органических удобрений не способствовали увеличению содержания сырой золы по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. Содержание сырой золы в контрольном варианте составило 1,63 %.

4. Максимальное содержание сырого жира было в варианте без применения удобрений (3,96 %), сырой клетчатки – в варианте с применением нового специализированного комплексного удобрения для кукурузы с цинком и бором (2,47 %), сырого протеина – в варианте с применением 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – 10,40 %.

5. Максимальное содержание азота в зерне кукурузы было в варианте с применением 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ и составило 1,66 %, фосфора – в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ (0,86 %), калия – в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ (0,70 %), меди – в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn,Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ (2,01 мг/кг) цинка – в варианте с применением некорневой подкормки Адоб–Zn (15,77 мг/кг).

6. Самый оптимальный вариант применения макро- и микроудобрений для применения в производстве является некорневая

подкормка МикроСтим–Zn (1,5 л/га) в сочетании с 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$

Список литературы

1. Вербицкая, Н. М. Интенсификация возделывания кукурузы на зерно / Н. М. Вербицкая. – М., 1988. – 49 с.
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
3. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Г. А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
4. Питание и удобрение зерновых культур. Кукуруза / А. Х. Шеуджен [и др.]. – Майкоп, 2010. – 20 с.
5. Шеуджен, А. Х. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 231 с.
6. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
7. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
8. Босак, В. Н. Баланс гумуса и урожайность зерна кукурузы на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак, Т. В. Дембицкая, Е. Г. Мезенцева // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2007. – № 4. – С. 72–74.
9. Урожай зерна кукурузы на дерново-подзолистых легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почвах в зависимости от применения минеральных и органических удобрений / В. Н. Босак [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 2. – С. 67–68.
10. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
11. Влияние удобрений на продуктивность зелёной массы кукурузы на дерново-подзолистых и рыхлосупесчаной легкосуглинистой почвах / В. Н. Босак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – С. 142–150.
12. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
13. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений: справочник / С. Р. Белан, Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов. – М.: Химия, 1995. – 574 с.
14. Саскевич, П. А. Применение биостимуляторов роста новосил, 10 % в. э. и экосил, 5 % в. э. в посевах сельскохозяйственных культур Беларуси: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 28 с.
15. Холодок, П. Г. Экосил новый экологически безопасный регулятор роста природного происхождения / Н. Г. Холодок // Белорус. сел. хоз-во. – 2008. – № 2. – С. 49–50.
16. Цыганова, А. А. Эффективность применения бактериальных препаратов и регуляторов роста при возделывании озимой ржи и кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А. А. Цыганова; НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 19 с.
17. Дружкин, А. Ф. Совершенствование приемов возделывания кукурузы на зерно в Саратовском правобережье / А. Ф. Дружкин, А. А. Беляева // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 4. – С. 8–13.
18. Васин, А. В. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании кормовых культур / А. В. Васин, В. В. Брежнев, Н. А. Золотов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2010. – № 2. – С. 17–20.

I.R. Wildflush., S.S. Mosur

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Mogilevsky Region

EFFICIENCY OF MACRO-, MICRO FERTILIZERS AND GROWTH REGULATOR APPLICATION BY CORN FOR GRAIN CULTIVATION IN SODDY- PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

Annotation. The conditions of the modern intensive technology use require high yields of good quality corn. The main technique aimed at achieving this goal is the use of mineral and organic fertilizers. When planning yield, the state of soil fertility and the economic importance of cultivating crops must be taken into account. To form high yields, corn plants require significant amounts of nutrients throughout the growing season. Therefore, the relevance of research aimed at studying the effect of fertilizers on the yield and quality of corn is undeniable.

In the conducted studies, fertilizer systems have been determined providing corn grain yield increase, improving the grain chemical composition and quality. It is determined that the highest grain yield (103,8 cwt/ha) and crude protein content (10,40 %) have been in the variant with an organic-mineral fertilizer system of 60 t/ha of manure combined with MicroStim – Zn foliar top dressing against the background of $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$.

Key words: growth regulator, yield, fertilizer, recouperment of 1 kg NPK grain kg, crude protein, dry substance.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОЛИЧЕСТВ ФЕНИЛКАРБАМАТНЫХ И ФЕНИЛМОЧЕВИННЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рецензент: канд. с.-х. наук Жуковский А.Г.

Аннотация. Изучены возможности определения микроколичеств фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов методом газожидкостной хроматографии. На примере фенмедифама, десмедифама, изопротурона и хлортолулона показана возможность прямого определения анализируемых соединений без предварительного гидролиза веществ, что в значительной степени повышает экспрессность, селективность и чувствительность определения.

Ключевые слова. Фенмедифам, десмедифам, хлортолурон, изопротурон, бромирование, газожидкостная хроматография.

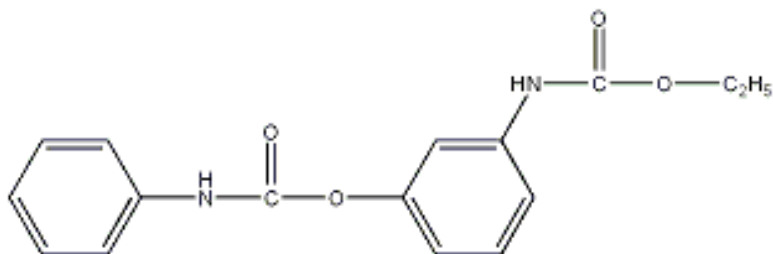
Введение. Фенилкарбаматные и фенилмочевинные гербициды давно и широко используются в мировой практике в программах защиты свеклы и зерновых колосовых культур от сорной растительности. В препаративных формах в основном используются действующие вещества десмедифам, фенмедифам (фенилкарбаматы), а также изопротурон и хлортолурон (фенилмочевины).

В Республике Беларусь зарегистрированы 22 препаративные формы фенилкарбаматных гербицидов на основе фенмедифама и десмедифама и 8 препаративных форм фенилмочевинных гербицидов на основе изопротурона и хлортолулона [1].

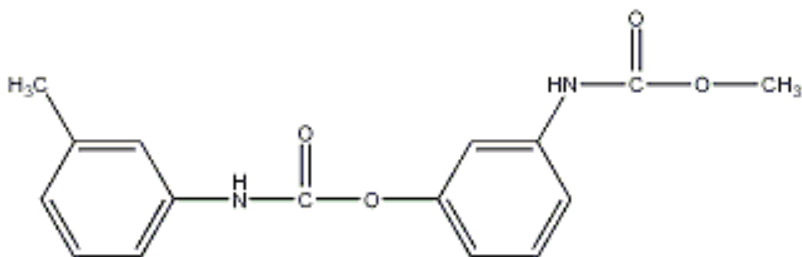
Десмедифам и фенмедифам относятся к классу фенилкарбаматов и имеют близкие химические структуры и свойства.

Десмедифам представляет собой белое кристаллическое вещество, т.пл. 120 °С. В воде практически нерастворим, хорошо растворяется в органических растворителях. Неустойчив в щелочной среде [2].

Фенмедифам – белое кристаллическое вещество с т. пл. 143-144 °С. Растворимость в органических растворителях (%): циклогексанон – 20; метанол – 5; хлороформ – 2; бензол – 0.25; гексан – 0.05. Растворимость в воде $\approx$ 10 мг/л [2].



Десмедифам
 $C_{16}H_{16}N_2O_4$ М.м. 300.2

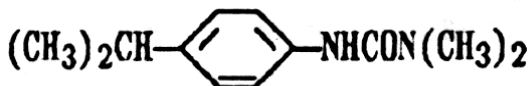


Фенмедифам
 $C_{16}H_{16}N_2O_4$ М.м. 300.2

Изопротурон и хлортолурун относятся к классу фенолмочевин и близки по физико-химическим свойствам.

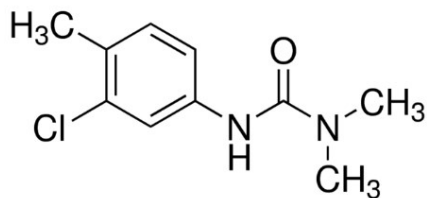
Изопротурон представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, т.пл. 155-156 °С. Давление пара (20 °С) 0,0033 мПа (2,4 x 10⁻⁸ мм рт. ст.). Растворимость (г/л): вода (25 °С) – 0,17; ацетон – 38; гексан – 0,2; метанол – 75; ксилол – 4 [2].

Структурная и эмпирическая формулы, молекулярная масса:



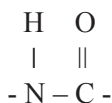
Изопротурон
 $C_{15}H_{23}N_3O_4$ М.м. 309,4

Хлортолурун – белое кристаллическое вещество, т. пл. 147-148 °С. Растворимость в воде 10 мг/л, хорошо растворим в большинстве органических растворителях [2].



Хлортолурун
 $C_{10}H_{13}ClN_2O$ М.м. 212,7

Как видно из рисунков, для всех структур характерно наличие карбомильной группы [3].



Такие соединения содержат в своем составе подвижный водород, благодаря которому образуются прочные химические связи с твердым носителем и жидкой неподвижной фазой, что не позволяет прямое определение перечисленных выше гербицидов методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). В таких случаях анализируемый гербицид либо вообще не выходит из хроматографической колонки и не детектируется, либо чувствительность определения резко снижается вследствие сорбции на колонке части введенного вещества.

По этой причине методы определения микроколичеств фенолкарбаматных и фенолмочевинных гербицидов основаны на предварительном гидролизе молекулы гербицида, выделении ароматического амина, его химической модификации с последующим определением способом ГЖХ с детектором электронного захвата (ДЭЗ) или аналогичным [4-8].

Однако предлагаемые схемы анализа с предварительным гидролизом гербицидов до ароматического амина и последующим получением химического производного для ГЖХ-анализа, на наш взгляд, имеют существенные недостатки. Так, 3-метиланилин (продукт разложения фенмедифама) и метиланилин, образующийся при гидролизе десмедифама, по своим хроматографическим характеристикам практически идентичны, что не позволяет идентифицировать фенмедифам и десмедифам при их одновременном присутствии в матрице. Кроме того, эндогенные ароматические амины растительных и почвенных образцов также серьезно осложняют идентификацию фенолкарбаматных и фенолмочевинных гербицидов в растительных и почвенных образцах, поскольку имеют близкие хроматографические характеристики с ароматическими аминами, получаемыми из указанных гербицидов [5,7].

В этой связи нами были проведены исследования по изучению возможности получения летучих производных фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов без предварительного гидролиза молекул для селективного определения гербицидов методом ГЖХ путем замещения подвижного водорода бромом.

Условия и методика исследований. Для исследований использовались аналитические образцы десмедифама, фенмедифама, изопротурона и хлортолурона с массовыми долями действующего вещества 98-99 %.

Бромирование гербицидов проводили в бромной камере в парах брома, учитывая, что такой процесс технологически удобен и характеризуется высокой избирательностью [13,14]. В качестве бромной камеры использовали эксикатор с притертой крышкой.

Ацетоновые растворы изучаемых гербицидов переносила в стеклянные бюксы высотой 5 см и диаметром 2,5 см, растворитель упаривали досуха под вентилятором. Бюксы в открытом виде с сухими остатками проб переносили в эксикатор с притертой крышкой, в который помещали стеклянный бюкс с внесенными в него 5 каплями жидкого брома. Эксикатор с пробами выдерживали в течение 10-12 часов (можно оставлять для бромирования на ночь).

После бромирования бюксы с пробами продували током холодного воздуха в течение 10-15 мин, растворяли содержимое в 2 мл ацетона и вводили в испаритель хроматографа 2 мкл раствора.

Определение гербицидов проводили методом ГЖХ при следующих режимах: хроматограф HEWLETT PACKARD, детектор ДЭЗ, колонка насадочная, 2 м. Неподвижная жидкая фаза OV-101(5 %) на Хроматоне-Супер. Температура колонки 230 °С (десмедифам и фенмедифам), 260 °С (изопротурон и хлортолурон).

Результаты исследований. Хроматографическое поведение фенилмочевинных (изопротурон, хлортолурон) и фенилкарбаматных (десмедифам и фенмедифам) гербицидов показано на рисунках 1, 2. Как видно из приведенных хроматограмм все перечисленные гербициды без предварительного бромирования не дают пиков при указанных режимах работы. В то же время бромирование молекул гербицидов позволяет с хорошей чувствительностью (0.2 нг и менее) детектировать указанные гербициды методом газожидкостной хроматографии. Хорошая хроматографическая подвижность, а также высокая чувствительность обусловлены, на наш взгляд, замещением бромом подвижного иминного водорода, а также, вероятно, бромированием ароматических колец гербицидов, что существенно усиливает сигнал при использовании ДЭЗ или аналогичных детекторов.

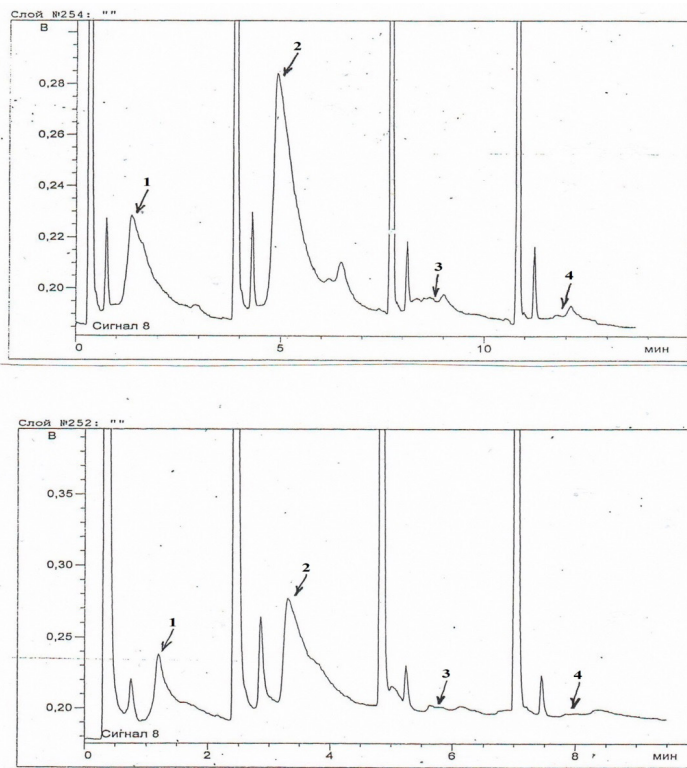
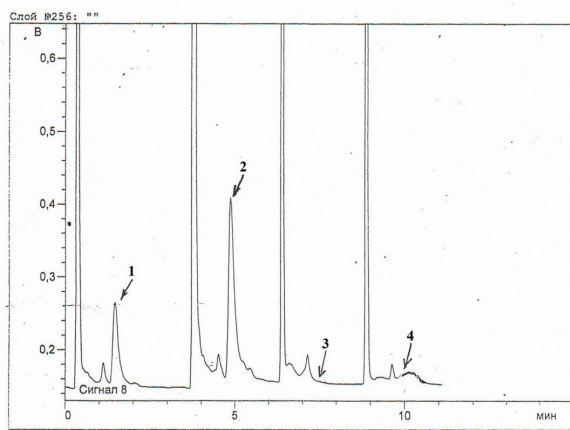
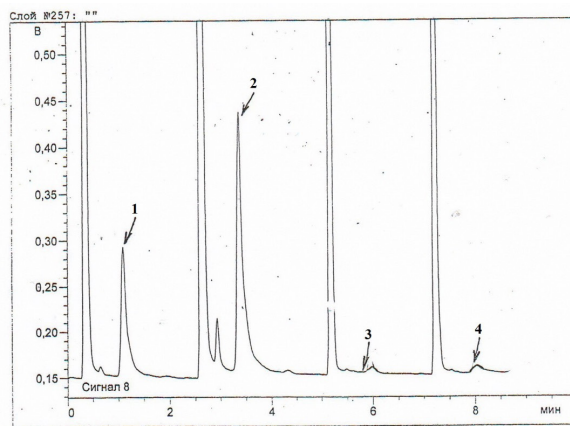


Рисунок 1 – Хроматограммы хлортолурона (вверху) и изопротурона. Хроматограф HEWLETT PACKARD, детектор ДЭЗ, колонка насадочная, 2 м, 5 % OV-101, темп. колонки 260 °С (1 – 0,2 нг после бромирования; 2 – 0,4 нг после бромирования; 3 – 0,2 нг без бромирования; 4 – 0,4 нг без бромирования)

Существенное усиление сигнала ДЭЗ после бромирования молекулы показано нами на примере С-метолахлора, который не относится к фенилмочевинным и фенилкарбаматным гербицидам, не имеет в составе молекулы подвижного иминного водорода и легко хроматографируется. Однако после бромирования предел детектирования снижается примерно в 15 раз, что существенно повышает чувствительность определения [12]. Такая же процедура бромирования раствором брома в четыреххлористом углероде предусмотрена в методе определения остаточных количеств гербицида 2М-4Х для повышения чувствительности метода [9].



**Рисунок 2 – Хроматограммы десмедифама (вверху) и
 фенмедифама. Хроматограф HEWLETT PACKARD, детектор ДЭЗ,
 колонка насадочная, 2 м, 5 % OV-101, темп. колонки 260 °С
 (1 – 0,2 нг после бромирования; 2 – 0,4 нг после бромирования;
 3 – 0,2 нг без бромирования; 4 – 0,4 нг без бромирования)**

Разработанный способ получения летучих производных путем бромирования в парах брома был положен в основу разработки методов определения остаточных количеств гербицидов на основе фенмедифама, десмедифама и изопротурона [10, 11], а также при определении остаточных количеств фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов в растительной продукции (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Остаточные количества фенилкарбаматных гербицидов в сельскохозяйственных культурах

Препарат, норма расхода, культура, год	Анализи- руемый объект	Десмедифам			Фенмедифам		
		Остат- ки, мг/ кг	Предел обнар., мг/кг	МДУ, мг/кг	Остат- ки, мг/ кг	Предел обнар., мг/кг	МДУ, мг/кг
Бельведер, СЭ, 1,5 л/га, сах. свекла, 2018 г.	Корнеплод	Не обн.	0,02	0,1	Не обн.	0,02	0,2
Бельведер, СЭ, 1,5 л/га, стол. свекла, 2018 г.	Корнеплод	Не обн.	0,02	0,1	Не обн.	0,02	0,2
Кианит, КЭ, 3 л/ га, стол. свекла, 2019 г.	Корнеплод	Не обн.	0,02	0,1	Не обн.	0,02	0,2
Бицепс Гарант, КЭ, 3 л/га, зем- ляника садовая, 2019 г.	Ягоды	Не обн.	0,02	0,05	Не обн.	0,02	0,05

Как видно из приведенных данных, остаточные количества фенмедифама, десмедифама, изопротурона и хлортолурона не были обнаружены во всех проанализированных пробах растительной продукции, при этом предел обнаружения изучаемых пестицидов был существенно ниже МДУ для каждого гербицида (таблица 1, 2).

Заключение. В результате проведенных исследований разработан способ подготовки проб растительной продукции, почвы и воды для определения микроколичеств фенилкарбаматных и фенилмочевинных гербицидов методом газожидкостной хроматографии. Разработанный способ заключается в бромировании сухих остатков гербицидов после экстракции и очистки в парах брома с последующим определением методом ГЖХ с детектором ДЭЗ или аналогичным. Подготовленные на основе разработанного способа предварительного бромирования проб методы определения остаточных количеств фенмедифама, десмедифама и изопротурона характеризуются высокой чувствительностью, специфичностью.

Результаты определения остаточных количеств фенмедифама, десмедифама в урожае сахарной и столовой свеклы, а также изопротурона и хлортолурона в образцах зерновых колосовых культур показали возможность определения микроколичеств гербицидов на уровне существенно ниже МДУ.

Таблица 2 – Остаточные количества фенилмочевинных гербицидов в сельскохозяйственных культурах

Препарат, норма расхода, культура, год	Анализируемый объект	Изопротурон			Хлортолурун		
		Остатки, мг/кг	Предел обнар., мг/кг	МДУ, мг/кг	Остатки, мг/кг	Предел обнар., мг/кг	МДУ, мг/кг
Тринити, КС, 2,5 л/га, пшеница яровая, 2019 г.	Зел. масса, 30-е сутки	-	-	-	Не обн.	0,005	нет
	Зерно	-	-	-	Не обн.	0,005	0,01
	Солома	-	-	-	Не обн.	0,005	нет
Комплит Форте, КС, 1.5 л/га, пшеница озимая, 2015 г.	Зерно	Не обн.	0,005	0,01	-	-	-
	Солома	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Бизон СК, 1 л/га, пшеница озимая, 2016 г.	Зерно	Не обн.	0,005	0,01	-	-	-
	Солома	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Морион СК, 1.5 л/га, пшеница озимая, 2017 г.	Зел. масса, 30-е сутки	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
	Зерно	Не обн.	0,005	0,01	-	-	-
Де Факто КС, 4 л/га, пшеница озимая, 2017 г.	Зерно	Не обн.	0,005	0,01	-	-	-
	Солома	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Пират 600 КС, 1 л/га, ячмень яровой, 2019 г.	Зел. масса (30-е сутки)	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Пират 600 КС, 1 л/га, рожь озимая, 2019 г.	Зел. масса (30-е сутки)	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Гром КС, 1 л/га, ячмень яровой, 2019 г.	Зел. масса (30-е сутки)	Не обн.	0,005	нет	-	-	-
Гром КС, 1 л/га, пшеница озимая, 2019 г.	Зерно	Не обн.	0,005	0,01	-	-	-
	Солома	Не обн.	0,005	нет	-	-	-

Список литературы

1. Государственный Реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2017. – 688 с.
2. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста: справочник / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.
3. Геррет, Р. Метил и фенилкарбаматы / Р. Геррет // Разложение гербицидов / под ред. Н.Н.Мельникова. – М., 1971. – С.121.
4. Кныр, Л. Л. Определение пропанида, линурана, монолинурана, 3,4-дихлоранилина в растительном материале / Л. Л. Кныр, В. П. Сухопарова // Агрохимия. – 1981. – № 6. – С. 127-131.

5. Determination of 3-(p- chlorophenyl)-1,1-dimethylurea in soils and plant tissue / W.E.Bleidner [et al.] // J. Agr. food chem. – 1954. – № 2. – P. 476-479.
6. Young, H.Y. Microdetermination of 3-(p-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea in plant tissue / H.Y. Young, W. A. Gorther // *Analyst chem.* – 1953. – № 25. – P. 213-214.
7. Kossmann, K. Methoden zur Ruckstandbestimmung von Phenmedipham in Pflanzenmateriale / K. Kossmann // *Weed. Res.* – 1970. – V. 10, № 4.
8. Методические указания по определению бетанала (фенмедифама) в воде, почве, сахарной свекле методом газожидкостной хроматографии // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник / Сост.: М.А. Клисенко [и др.]. – М., 1992. – Т.1. – С. 368-370.
9. Метод определения остаточных количеств 4-хлор-2-метилфенилуксусной кислоты (2М-4Х) в воде, растительном материале и продуктах питания с помощью газожидкостной хроматографии // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Гос. Комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР. – М., 1977. – Ч.VIII. – С. 133-137.
10. Кислушко, П. М. Определение остаточных количеств фенмедифама и десмедифама при совместном присутствии в растениях свеклы / П. М. Кислушко // *Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2009. – Вып.33. – С. 398-405.*
11. Кислушко, П. М. Определение остаточных количеств изопротурона в зерновых культурах, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П. М. Кислушко // *Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Вып.40. – С. 339-345.*
12. Кислушко, П.М. Определение остаточных количеств С-метолахлора в растительном материале, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П.М.Кислушко, С.А.Арашкович // *Защита растений: Сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2019. - Вып.43. – С. 310-317.*
13. Фирц-Давид, Г. Э. Основные процессы синтеза красителей / Г. Э. Фирц-Давид, Л. Бланже; пер. с нем. В. Р. Скварченко и [и др.]; под ред. С. В. Богданова, И. В. Фодимана. – М.: изд-во иностр. лит., 1957. – 382 с.
14. Общий практикум по органической химии: пер. с нем. / под ред. А. Н. Коста. – М.: Мир, 1965. – 678 с.

P.M. Kislushko

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

FEATURES OF PHENYL CARBAMATE AND PHENYLUREA HERBICIDES MICRO QUANTITIES DETERMINATION IN THE OBJECTS OF ENVIRONMENT

Annotation. The possibilities of phenyl carbamate and phenylurea herbicides micro quantities determination with the gas-liquid chromatography method have been studied. By the example of phenmedipham, desmedipham, isoproturon and chlorotoluron, the possibility of direct determination of the analyzed compounds without preliminary hydrolysis of substances, significantly increasing the expressiveness, selectivity and sensitivity of determination is shown.

Key words: phenmedipham, desmedipham, clorotoluron, isoproturon, broming, gas-liquid chromatography.

П.М. Кислушко, М.П. Лосева, А.А. Крейдич
РУП «Институт защиты растений»

ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ИЗОПРОТУРОНА И ДИФЛЮФЕНИКАНА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

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

Аннотация. Приведены результаты определения остаточных количеств гербицидов изопротурон и дифлюфеникан в растительной продукции (озимая и яровая пшеница, яровой ячмень, озимая рожь). Показано, что остаточные количества изопротурона и дифлюфеникана не обнаруживались в урожае зерна и соломы, и в единичном случае обнаружены в зеленой массе озимой пшеницы в количестве 0,013 и 0,008 мг/кг.

Ключевые слова. Гербициды, изопротурон, дифлюфеникан, остаточные количества, озимая и яровая пшеница, яровой ячмень, озимая рожь.

Введение. Потенциальные потери урожая в Беларуси при отсутствии эффективной защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов могут составить 25–30 и более процентов. С целью расширения ассортимента гербицидных препаратов представляет интерес гербицидные препараты на основе изопротурона и дифлюфеникана.

В настоящее время в Республике Беларусь зарегистрировано и разрешено к применению на посевах зерновых колосовых культур 9 гербицидных препаратов, в состав которых входят изопротурон и дифлюфеникан (Тавас, КС; Комплит Форте, КС; Гром, КС; Кугар, КС; Куница, КС; Легато Плюс, КС; Морион, СК; Пират 600, КС; Тринити, КС) [1].

В связи с введением в программы защиты сельскохозяйственных культур гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана, возникает необходимость оценки вероятности накопления остаточных количеств отмеченных гербицидов в растительной продукции.

Материал и методика исследований. В работе использовали стандартные образцы изопротурона и дифлюфеникана с массовой долей действующего вещества 96–98 %. Физико-химические характеристики изопротурона и дифлюфеникана приведены ниже [2].

Изопротурон (3-(4-изопропилфенил)-1,1-диметилмочевина представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, т.пл. 155–156 °С. Давление пара (20 °С) 0,0033 мПа ($2,4 \times 10^{-8}$ мм рт. ст.). Растворимость (г/л): вода (25 °С) – 0,17; ацетон – 38; гексан – 0,2; метанол – 75; ксилол – 4.

Структурная и эмпирическая формулы, молекулярная масса:

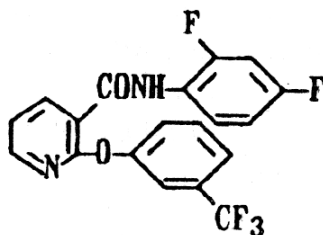


$C_{15}H_{23}N_3O_4$ М.м. 309,4

В странах Западной Европы ДОК в зерне хлебных злаков – 0,05 мг/кг, в Беларуси МДУ в зерне хлебных злаков – 0,01 мг/кг [3].

Дифлюфеникан (2',4'-Дифтор-а,а,а-трифтор-М-толилокси) никотинанилид.

Структурная формула:



Эмпирическая формула: $C_{19}H_{11}F_5H_2O_2$

Молекулярная масса: 394,3.

Агрегатное состояние дифлюфеникана - белое кристаллическое вещество, температура плавления 161–162°C.

Растворимость: в воде 0,05 мг/л; ксилоле – 2 г/л; ацетоне – 10 г/л.

ЛД₅₀ для крыс 2000 мг/кг. МДУ в зерне хлебных злаков – 0,05 мг/кг [3].

Для изучения уровней загрязнения урожая остатками изопротурона и дифлюфеникана использовали образцы, предоставленные технологическими лабораториями РУП «Институт защиты растений».

Определение остаточных количеств изопротурона и дифлюфеникана проводили методами высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектором типа «диодная матрица» [4]. При необходимости методики адаптировали с учетом специфики матрицы.

Результаты исследований. В таблицах 1 и 2 представлены результаты определения остаточных количеств изопротурона и дифлюфеникана в зеленой массе, зерне и соломе зерновых колосовых культур после применения гербицидных препаратов, содержащих указанные выше действующие вещества.

Результаты определения остаточных количеств изопротурона и дифлюфеникана в сельскохозяйственных культурах за период с 2015 по 2019 гг. представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Накопление изопротурона и дифлюфеникана в растениях озимой пшеницы после применения гербицида Кугар КС, 1 л/га (РУП «Институт защиты растений», с. Сюнта, 2010 г.).

Объект анализа	Содержание гербицида, мг/кг сырой массы	
	Изопротурон	Дифлюфеникан
Зеленая масса (30-е сутки после обработки)	0.013	0.008
Зерно (урожай)	Не обнаружено	Не обнаружено
Солома (урожай)	Не обнаружено	Не обнаружено

Таблица 2 – Остаточные количества изопротурона и дифлюфеникана в сельскохозяйственных культурах

Препарат, норма расхода по препарату, год	Культура	Анализируемый объект	Содержание гербицида, мг/кг	
			Изопротурон	Дифлюфеникан
Комплит Форте КС, 1.5 л/га, 2015 г.	Пшеница озимая	Зерно	-	Не обнар.
		Солома	-	Не обнар.
Бизон СК, 1 л/га, 2016 г.	Пшеница озимая	Зерно	-	Не обнар.
		Солома	-	Не обнар.
Морион СК, 1.5 л/га, 2017 г.	Пшеница озимая	Зел. масса (30-е сутки)	Не обнар.	Не обнар.
		Зерно	Не обнар.	Не обнар.
Де Факто КС, 4 л/га, 2017 г.	Пшеница озимая	Зерно	Не обнар.	-
		Солома	Не обнар.	-
Тринити КС, 2.5 л/га, 2019 г.	Пшеница яровая	Зел. масса (30-е сутки)	-	Не обнар.
		Зерно	-	Не обнар.
		Солома	-	Не обнар.
Пират 600 КС, 1 л/га, 2019 г.	Ячмень яровой	Зел. масса (30-е сутки)	Не обнар.	Не обнар.
Пират 600 КС, 1 л/га, 2019 г.	Рожь озимая	Зел. масса (30-е сутки)	Не обнар.	Не обнар.
Гром КС, 1 л/га, 2019 г.	Ячмень яровой	Зел. масса (30-е сутки)	Не обнар.	Не обнар.
Гром КС, 1 л/га, 2019 г.	Пшеница озимая	Зерно	Не обнар.	Не обнар.
		Солома	Не обнар.	Не обнар.

Результаты исследований показали, что остаточные количества изопротурона и дифлюфеникана обнаружены в единичном случае в зеленой массе озимой пшеницы в 2010 г. после применения препарата

Кугар КС в незначительных количествах (0.013 и 0.008 мг/кг сырой массы). Результаты исследований 2015–2019 гг. показали, что изопротурон и дифлюфеникан не накапливаются в зеленой массе, а также в урожае зерна и соломы яровой и озимой пшеницы, ярового ячменя, озимой ржи.

Заключение. Результаты исследований 2010–2019 гг. показали, что при использовании гербицидов, содержащих изопротурон и дифлюфеникан, на посевах зерновых колосовых культур в рекомендуемых нормах расхода, остаточные количества препаратов определялись в единичных случаях, в основном в вегетативных частях растений (зеленая масса) и не обнаруживались в урожае зерна и соломы.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
2. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.
3. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: ГН 27.09.2012 № 149: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 28.10.2011: введ. 19.10.2012. – Минск: Респ. Центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2012. – 173 с.
4. Определение остаточных количеств изопротурона и дифлюфеникана в воде, почве, зерне и соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2924-11: утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 12.07.2011: введ. 12.07.2011. – М.: Роспотребнадзор, 2011. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сб. МУК 4.1.2859 – 4.1.2866-11: утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 21.03.2011: введ. 31.03.2011. – М.: Роспотребнадзор, 2011. – С. 30-44.

P.M. Kislushko, M.P. Loseva, A.A. Kreidich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

RESIDUES OF ISOPROTURON AND DIFLUFENICAN IN AGRICULTURAL PLANTS

Annotation. The results of residues determination of herbicides isoproturon and diflufenican in plant products (winter and spring wheat, spring barley, winter rye) are presented. It is shown that isoproturon and diflufenican residues have not been detected in grain and straw yield, and in a single case have been found in winter wheat green mass at the amount of 0.013 and 0.008 mg/kg.

Key words: herbicides, isoproturon, diflufenican, residues, winter and spring wheat, spring barley, winter rye.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ЛЯМБДА- ЦИГАЛОТРИНА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ 2018-2019 ГГ.

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

Аннотация. Приведены результаты определения остаточных количеств инсектицидов на основе лямбда-цигалотрина 2018–2019 гг. в зерне и соломе пшеницы озимой и яровой, ячмене яровом, в зеленой массе и зерне кукурузы, в корнеплодах сахарной свеклы, в плодах яблок с помощью газового хроматографа. Показано, что остаточные количества действующего вещества лямбда-цигалотрина не обнаруживались в корнеплодах сахарной свеклы, плодах яблок, в зелёной массе и зерне кукурузы, в зерне пшеницы озимой, в зерне и соломе ячменя ярового, но обнаружены в соломе пшеницы озимой и яровой в количестве 0,21 и 0,039 мг/кг. Проведен анализ полученных отличий.

Ключевые слова. Инсектицид, лямбда-цигалотрин, остаточные количества, пшеница озимая и яровая, ячмень яровой, кукуруза, свекла сахарная, яблоки.

Введение. В настоящее время при возделывании сельскохозяйственных культур всё большее внимание уделяется экологической безопасности применяемых средств защиты растений. По данным Л.В. Максименко, А. И. Гурова (2004), с точки зрения экологии, наиболее особое значение приобретает знание поведения их в объектах окружающей среды. Использование средств защиты растений подразумевает детальное исследование их поведения в агробиоценозах. Зная динамику разложения действующих веществ в растениях, можно предотвратить возможное загрязнение сельскохозяйственной продукции их остаточными количествами [1]. Вредители являются основными объектами любых сельскохозяйственных культур, способными нанести серьезный ущерб растениям. Все химические препараты, используемые в борьбе с насекомыми-вредителями, относят к инсектицидам [2].

Ассортимент препаратов инсектицидного действия, применяемых против фитофагов на культурах, представлен различными химическими группами. По данным Л.В. Максименко, А.И. Гурова (2004) в больших объёмах применяются препараты на основе пиретроидных инсектицидов. Они выгодно отличаются от инсектицидов других классов быстрым разложением в окружающей среде, относительно низкой токсичностью и

малой кумулятивностью. Одним из действующих веществ группы синтетических пиретроидов является лямбда-цигалотрин [1].

На 2020 год в Республике Беларусь зарегистрировано и разрешено к применению 9 инсектицидных препаратов, в состав которых входит действующее вещество лямбда-цигалотрин (Амплиго, МКС; Борей, СК; Брейк, МЭ; Декстер, КС; Кайзо, ВГ; Каратэ Зеон, МКС; Ломбардо, КЭ; Органза, КС; Эфория, КС). Инсектицидный препарат Молния Дуо, КС, в состав которого входит действующее вещество лямбда-цигалотрин, также используемый в данной работе, в настоящее время проходит государственную регистрацию в Республике Беларусь [3].

Таблица 1 – Перечень зарегистрированных инсектицидов, содержащих действующее вещество лямбда-цигалотрин на 2020 г. [3].

Действующее вещество	Лямбда-цигалотрин, 100 г/л	Лямбда-цигалотрин, 50 г/л + имидаклоприд, 50 г/л	Лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантраципрол, 100 г/л	Лямбда-цигалотрин, 106 г/л + ацетамиприд, 115 г/л	Лямбда-цигалотрин, 50 г/л	Лямбда-цигалотрин, 100 г/л + ацетамиприд, 100 г/л	Лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметокам, 141 г/л
Торговое название, препаративная форма	Брейк, МЭ	Борей, СК	Амплиго, КС	Декстер, КС	Кайзо, ВГ; Каратэ Зеон, МКС; Ломбардо, КЭ	Органза, КС	Эфория, КС

Цель исследования – определить уровень накопления действующего вещества лямбда-цигалотрина в зерне и соломе пшеницы озимой и яровой, ячмене яровом, в зеленой массе и зерне кукурузы, в корнеплодах сахарной свеклы, в плодах яблок.

Величина остаточных количеств пестицидов в продуктах зависит от ряда условий: свойств пестицида, формы и концентрации примененного препарата, нормы расхода его, кратности и времени последней обработки до снятия урожая, вида культуры, характера почвы, на которой она произрастает, и др. [4].

Норма расхода – количество пестицида или рабочего состава (раствора, эмульсии, суспензии и т.д.), расходуемое на единицу обрабатываемой площади или объема (га, м², м³) или на отдельный объект (дерево, куст). Рекомендуются нормы применения инсектицидов устанавливаются на основании многолетних исследований, которые

проводятся в лабораторных и полевых условиях в соответствии с вегетационным периодом определенной культуры [5].

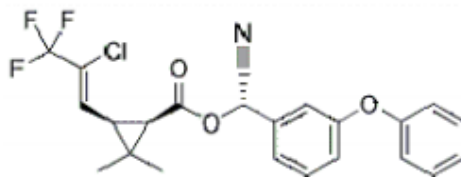
Нормы расхода препарата зависят от их активности, концентрации действующего вещества, способа его применения, а также от вида и возраста растений и от фазы развития и чувствительности вредного организма [5].

Материал и методика исследований. В работе использовали стандартные образцы лямбда-цигалотрина с массовой долей действующего вещества 97,0-99,0 %, а также инсектициды с максимальной нормой расхода: 0,2 л/га и 0,25 л/га. Физико-химические характеристики лямбда-цигалотрина приведены ниже [6, 7].

Название действующего вещества по ИСО: лямбда-цигалотрин. Название действующего вещества по ИЮПАК: (S,R)-альфа-циано-3-феноксibenзил (1R,1S)-цис3-(2-хлор-3,3,3-трифторпропенил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат (1:1). Представляет собой бесцветное кристаллическое вещество без запаха, с умеренной острой токсичностью, стабилен на свету. Температура плавления 49,2 °C [6, 7].

МДУ (мг/кг): кукуруза (зерно), зерно хлебных злаков, картофель, морковь – 0,01; свекла сахарная, лук – 0,02 [8]. Максимально допустимый уровень (МДУ) – максимально допустимые уровни пестицида в пищевых и фуражных продуктах и других объектах, устанавливаемые на основании результатов изучения токсичности препаратов [9].

Структурная и эмпирическая формулы, молекулярная масса:



Для изучения уровней загрязнения урожая остатками лямбда-цигалотрина использовали образцы, предоставленные технологическими лабораториями РУП «Институт защиты растений»: зелёная масса, зерно и солома зерновых культур, корнеплоды сахарной свёклы и плоды яблони.

Обработка препаратом проводилась путём опрыскивания растений в период вегетации с помощью ручного ранцевого опрыскивателя. Погодные условия влияют на состояние и физиологию растений, а в связи с этим и на эффективность обработок. Процесс опрыскивания

зависит от погоды, и в первую очередь – поведение капли рабочего раствора. С этой точки зрения следует учитывать температуру и относительную влажность воздуха, осадки и присутствие росы и время от момента опрыскивания до возможного выпадения осадков. Обильные росы могут способствовать как стеканию раствора пестицида уже после попадания на растения, так и избыточному разбавлению рабочего раствора, что для ряда препаратов также может снижать их действенность. Свойство пестицидов сохранять эффективность при выпадении осадков после обработки называется дождестойкостью. Количественным ее показателем служит интервал времени, который считается допустимым с момента обработки до выпадения осадков без потери эффективности препарата [10].

Таблица 2 - Гидрометеорологические условия в Беларуси в вегетационный период в 2018 г., 2019 г.

Год	Месяц	Отклонение от месячной нормы, °С	Количество осадков месячной нормы, %
2018	июнь	На 1–2 выше	30–71
	июль	На 1–2 выше	120–250
	август	На 2–3 выше	Норма
2019	июнь	На 3–5 выше	22–79
	июль	На 1–2,5 ниже	150
	август	Около нормы	100–150

Отбор проб осуществлялся в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности».

Для определения содержания лямбда-цигалотрина в анализируемых пробах использовали методические указания № 4.1.1430-03 «Определение остаточных количеств лямбда-цигалотрина в воде, зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур, зерне и зеленой массе кукурузы, капусте, зерне гороха, корнеплодах и ботве сахарной и кормовой свеклы, в семенах и масле рапса, сои и горчицы методом газожидкостной хроматографии» [11].

При необходимости методики адаптировали с учетом специфики матрицы.

Анализ остаточных количеств лямбда-цигалотрина осуществлялся методом газожидкостной хроматографии. Марка прибора: ГЖХ «Кристалл 5000.2» с детектором электронного захвата (ДЭЗ), колонка Rtx-5MS, «Кристалл 5000.1» с детектором электронного захвата (ДЭЗ), колонка Rxi-XLB. Температура термостата колонки – 270 °С,

температура испарителя – 280 °С, температура детектора – 320 °С. Длина колонки: 30 м. Подвижная фаза – азот. Объём пробы, вводимой в хроматографическую систему равнялся 1 мкл.

Результаты исследований. В Республике Беларусь максимально допустимый уровень содержания лямбда-цигалотрина установлен только для зерна хлебных злаков (0,01 мг/кг) и не установлен для соломы пшеницы озимой и яровой.

Важным параметром при определении остаточных количеств пестицида является экспериментальный предел количественного определения или ПКО, а также полнота извлечения. ПКО - уровень, равный или выше которого возможен количественный обшёт остаточных количеств действующего вещества, и зависящий от приборной базы и методики выполнения определения и он должен быть ниже МДУ, установленного для объекта. Полнота извлечения – величина в процентном отношении, показывающая эффективность аналитического метода. Для определения остаточных количеств в сельскохозяйственной продукции, согласно рекомендации SANCO/12495/2011, полнота извлечения должна лежать в диапазоне 70–120 % [12]. В ходе проведения эксперимента ПКО лямбда-цигалотрина в зерне пшеницы яровой (с. Дарья) на 63 сутки после обработки составлял 0,0009 мг/кг; в соломе пшеницы яровой (с. Дарья) на 63 сутки после обработки – 0,0044 мг/кг; в зерне пшеницы озимой (с. Ода) на 60 сутки после обработки – 0,0024 мг/кг; в соломе пшеницы озимой (с. Ода) на 60 сутки после обработки – 0,0198 мг/кг; в зерне ячменя ярового (с. Ладный) на 62 сутки после обработки – 0,0072 мг/кг; в соломе ячменя ярового (с. Ладный) на 62 сутки после обработки – 0,0061 мг/кг. Полнота извлечения при определении лямбда-цигалотрина из зерна пшеницы яровой составила 88,3 %; из соломы пшеницы яровой – 86,4 %; из зерна пшеницы озимой – 99,8 %; из соломы пшеницы озимой – 94,5 %; из зерна ячменя ярового – 84,9 %; из соломы ячменя ярового – 70,0 %.

В таблице 3 и 4 представлены результаты определения остаточных количеств инсектицидов на основе действующего вещества лямбда-цигалотрина в зерне и соломе зерновых колосовых культур, в зелёной массе и зерне кукурузы, в корнеплодах свеклы сахарной и плодах яблок после их применения.

Отбор образцов для анализа осуществляется на определённые сутки после обработки либо в период уборки урожая в зависимости от установленных рекомендаций согласно приложению к инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений и удобрений, подлежащих государственной регистрации [13].

Таблица 3 – Накопление лямбда-цигалотрина в растениях пшеницы озимой и яровой после применения инсектицидов Органза, КС и Молния Дуо, КС (РУП «Институт защиты растений»).

Препарат	Норма расхода препарата, кг(л)/га	Расход действующего вещества лямбда-цигалотрина, г/га	Культура	Объект анализа	Сутки после обработки	Содержание действующего вещества лямбда-цигалотрин, мг/кг
2018 г.						
Органза, КС	0,2	20	Пшеница яровая (с. Дарья)	Зерно (урожай)	63	Не обнаружено
				Солома (урожай)	63	0,039
2019 г.						
Молния Дуо, КС	0,2	21,2	Пшеница озимая (с. Ода)	Зерно (урожай)	60	Не обнаружено
				Солома (урожай)	60	0,21
Молния Дуо, КС	0,2	21,2	Ячмень яровой (с. Ладный)	Зерно (урожай)	62	Не обнаружено
				Солома (урожай)	62	Не обнаружено

По результатам проведённых анализов 2018–2019 гг. было установлено, что через 63 дня после обработки остаточное количество лямбда-цигалотрина в урожае зерна пшеницы яровой и озимой, ячменя ярового не обнаружено и в урожае соломы ячменя ярового, но обнаружено в соломе пшеницы яровой и озимой (таблица 3). Поскольку обработка пшеницы яровой и озимой производилась в период вегетации по зелёным растениям, а к моменту уборки урожая зелёная масса, теряя влагу и общий вес (m_o , формула 1), превращается в солому, при этом изменяется плотность объекта (ρ_o), в то время как количество накопленного препарата (m_n) остаётся постоянным, а результаты анализа представляются в единицах измерения мг/кг, то вероятность обнаружения остаточных количеств препарата в соломе за счёт перечисленных выше эффектов увеличивается, так как для анализа берётся определённое количество объекта согласно методике, то при уменьшении плотности объекта (ρ_o), увеличивается масса содержащегося в нём пестицида:

$$m_o = m_n + \rho_o \times V, \quad (1)$$

где m_o – масса объекта;

m_n – масса накопленного препарата в объекте;

ρ_o – плотность объекта;

V – объём, подверженного обработке объекта, прямо пропорциональный площади делянки.

Таблица 4 – Накопление лямбда-цигалотрина в кукурузе, сахарной свекле и яблоне после применения инсектицидов Органза, КС и Молния Дуо, КС (РУП «Институт защиты растений»).

Препарат	Норма расхода препарата, кг(л)/га	Норма расхода действующего вещества лямбда-цигалотрина, г/га	Культура	Объект анализа	Сутки после обработки	Содержание действующего вещества лямбда-цигалотрин, мг/кг
2018 г.						
Органза, КС	0,2	20	Кукуруза	Зелёная масса	36	Не обнаружено
				Зелёная масса (урожай)	49	Не обнаружено
				Зерно (урожай)	49	Не обнаружено
			Сахарная свекла	Корнеплоды (урожай)	96	Не обнаружено
			Яблоня	Плоды	30	Не обнаружено
2019 г.						
Молния Дуо, КС	0,25	26,5	Сахарная свекла	Корнеплоды (урожай)	90	Не обнаружено

Известно, что на накопление остаточных количеств препарата влияет множество факторов. Одним из основных таких факторов являются гидрометеорологические условия. Обработка зерновых культур осуществлялась в первой декаде июня в 2018 и 2019 году (таблица 3). Сроки ожидания для соломы пшеницы яровой и озимой для сортов Дарья и Ода не сильно отличаются и составили 63 и 60 суток соответственно, при этом обнаруженное количества действующего вещества лямбда-цигалотрина в этих образцах отличается в 5,4 раза при примерно равном в пересчёте расходе действующего вещества препарата на гектар: 20 и 21,2 г/га соответственно. Из таблицы 2 видно, что июнь 2018 и 2019 года, месяца на которые пришлась обработка, достаточно сильно отличаются друг от друга в плане гидрометеорологических условий. Июнь 2019 года оказался жарче, в среднем на 2–3 °С, при таком же недостатке осадков, как и в 2018 году. По данным исследований специалистов БГСХА на снижение урожайности и соответственно угнетение культуры наибольшее влияние оказывают засуха, переувлажнение и заморозки, причём влияние на яровые культуры как правило больше, чем на озимые [14]. Вероятно, более засушливый июнь в 2019 году и более холодный июль в том же году, по сравнению с 2018 годом, повлиял на существенно большее количество накопленного препарата в соломе пшеницы озимой.

В ходе проведения эксперимента ПКО лямбда-цигалотрина в зелёной массе кукурузы на 36 сутки после обработки составлял 0,0020 мг/кг; в зелёной массе кукурузы на 49 сутки после обработки 0,0099 мг/кг; в зерне

кукурузы на 49 сутки после обработки 0,0015 мг/кг; в корнеплодах сахарной свеклы на 96 сутки после обработки – 0,0041 мг/кг; в плодах яблони на 30 сутки после обработки 0,0172 мг/кг; в корнеплодах сахарной свеклы на 90 сутки после обработки 0,0057 мг/кг. Полнота извлечения при определении лямбда-цигалотрина в зелёной массе кукурузы на 36 сутки после обработки составляла 70,4 %; из зелёной массы кукурузы на 49 сутки после обработки 74,2 %; из зерна кукурузы на 49 сутки после обработки 72,8 %; из корнеплодов сахарной свеклы на 96 сутки после обработки – 100, 0 %; из плодов яблони на 30 сутки после обработки 80,1 %; из корнеплодов сахарной свеклы на 90 сутки после обработки 84,0 %.

При анализе образцов зелёной массы и зерна кукурузы на 36 и 49 сутки после обработки, корнеплодов сахарной свёклы на 90 и 96 сутки после обработки и плодов яблони на 30 сутки после обработки 2018–2019 гг. было установлено, что при соблюдении регламентов применения перечисленных пестицидов остаточные количества не обнаруживаются и не превышают установленных для них максимально допустимых уровней (зерно кукурузы, зерно хлебных злаков – 0,01 мг/кг; свекла сахарная – 0,02 мг/кг).

Заключение. Проведенный анализ результатов определения остаточных количеств действующего вещества инсектицидов лямбда-цигалотрина показал, что при соблюдении регламентов применения перечисленных препаратов остаточные количества лямбда-цигалотрина не обнаруживаются в сельскохозяйственной продукции. Однако, исключение составляет солома на зерновых культурах. Причина накопления действующего вещества в соломе подробно освещена в результатах исследований. Полученные результаты по определению остаточных количеств лямбда-цигалотрина в соломе зерновых культур свидетельствуют о том, что на их уровень влияют не только сроки ожидания, но и множество иных факторов, главным из которых являются погодные условия, сложившиеся в разные года, оказывающие влияние на метаболизм растения.

Список литературы

1. Максименко, Л. В. Эколого-токсикологическая характеристика пестицидов класса синтетических пиретроидов / Л. В. Максименко, А. И. Гурова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: медицина. – 2004. – №2. – С. 102–107.
2. Инсектициды – применение и классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://no-pest.ru/insektizidi-primenenie/> – Дата доступа: 04.08.2020.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Земледелие и защита растений, 2017. – 688 с.
4. Методические указания по контролю за остаточными количествами пестицидов в продуктах питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/promyshlennost/26/metodicheskie-ukazaniya-po-kontrolyu-zaoostatocnymi-kolichestvami-pesticidov-v-produktah-.html>. – Дата доступа: 30.07.2020.

5. Химическая и биологическая защита растений / Г. А. Бегляров [и др.]. – М.: Колос, 1983. – 351 с.
6. Мельников, Н. Н. Пестициды и регуляторы роста / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.
7. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений: произв. – практ. издание / Ю. А. Саскевич, С. В. Сорока. – Минск: Триолета, 2007. – 336 с.
8. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: ГН 27.09.2012 № 149: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 28.10.2011: введ. 19.10.2012. – Минск: Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2012. – 173 с.
9. Мельников, Н. Н. Справочник по пестицидам / Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан. – М.: Химия, 1985. – 352 с.
10. Данилов, М. Е. Погодные условия и эффективность пестицидов / М. Е. Данилов // Поле Августа. – 2020. – №6. – С. 6–7.
11. Определение остаточных количеств лямбда-цигалотрина в воде, зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур, зерне и зеленой массе кукурузы, капусте, зерне гороха, корнеплодах и ботве сахарной и кормовой свеклы, в семенах и масле рапса, сои и горчицы методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1430-03: утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 24.06.2003: введ. 30.06.2003. – М., 2003. – 14 с.
12. Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.eurl-pesticides.eu/library/docs/allcrl/AqcGuidance_Sanco_2011_12495.pdf – Date of access: 30.07.2020.
13. Сроки отбора проб по определению остаточных количеств действующего вещества средств защиты растений в растениеводческой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ggiskzr.by/doc/protection/Postanavlennie_MSHP_%2032.doc. – Дата доступа: 30.07.2020.
14. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/1508/1/%D0%9A%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20101-105.pdf>. – Дата доступа: 30.07.2020.

A.A. Kreidich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

ANALYSIS OF RESULTS OF DETERMINING THE ACTIVE INGREDIENT LAMBDA-CYHALOTHRIN IN AGRICULTURAL PRODUCTS IN 2018-2019

Annotation. The results of determining the residues of insecticides based on lambda-cyhalothrin in 2018-2019 in grain and straw of winter and spring wheat, spring barley, green mass and corn grain, sugar beet roots, apple fruits using a gas chromatograph are presented. It is shown that residues of the active ingredient lambda-cyhalothrin have not been detected in sugar beet roots, apple fruits, green mass and corn grain, winter wheat grain, grain and straw of spring barley, but have been found in winter and spring wheat straw at the amount of 0, 21 and 0.039 mg / kg. The analysis of the obtained differences has been done.

Key words: insecticide, lambda-cyhalothrin, residues, winter and spring wheat, spring barley, corn, sugar beet, apples.

ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА АЦЕТАМИПРИДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

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

Аннотация. Приведены результаты определения в 2018-2019 гг. остаточных количеств ацетамиприд-содержащих инсектицидов в растительной продукции (кукуруза, картофель, сахарная свекла, яровая пшеница, яровой ячмень, озимый рапс, яровой рапс). Показано, что остаточные количества ацетамиприда не обнаруживались в зеленой массе, урожае зерна, масла, соломы, клубней, корнеплодов.

Ключевые слова: инсектицид, ацетамиприд, остаточные количества, озимый и яровой рапс, яровой ячмень, кукуруза, сахарная свекла, яровая и озимая пшеница, картофель, вредители.

Введение. В природно-климатических условиях Беларуси потенциальные потери урожая при отсутствии эффективной защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов могут составить 20–40 % [1]. С целью расширения ассортимента средств защиты растений представляют интерес инсектициды и препараты для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур с действующим веществом ацетамиприд.

Препараты на основе ацетамиприда во многих странах применяются против вредителей пшеницы и ячменя (клоп вредная черепашка, хлебная жужелица, злаковые мухи, полосатая хлебная блошка) в период вегетации и для предпосевной обработки семян для защиты озимых и яровых зерновых культур, а также для обработки посевов лука, свеклы, рапса, томатов и огурцов защищенного грунта (тепличная белокрылка), картофеля (колорадский жук, картофельная коровка), пастбищ, участков, заселенных саранчовыми [6]. Благодаря трансламинарным и системным свойствам инсектициды на основе ацетамиприда (Моспи-лан, РП) можно применять для предпосевной обработки клубней картофеля. Это позволяет защищать растения уже с периода всходов при раннем их заселении вредителями [4].

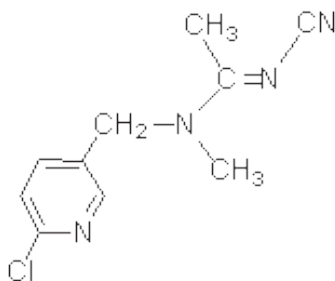
В настоящее время в Республике Беларусь зарегистрировано и разрешено к применению на посевах зерновых колосовых культур 15 инсектицидных препаратов, в состав которых входит ацетамиприд (Агро-лан, РП; Агох Мровкотокс, Г; Визард 200, РП; Гигант, РП; Гринда, РП; Моспи-лан, РП; Рексфлор, РП; Аркуэро, КС; Фрея, МЭ; Агент, ВДГ; Органза, КС; Декстер, КС; Стихия, МЭ; Кинг Комби, КС; Леатрин, КС) [2].

В связи с введением в системы защиты сельскохозяйственных культур инсектицидов на основе ацетамиприда целью данного исследования являлась оценка накопления их остаточных количеств в растительной продукции.

Материал и методика исследований. При выполнении исследований использовали стандартные образцы ацетамиприда с массовой долей действующего вещества 98,1-99,0 %. Физико-химические характеристики ацетамиприда приведены ниже [3].

Ацетамиприд – (E)-N1-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N2-cyano-N1-methylacetamidine по классификации IUPAC.

Структурная формула:



Эмпирическая формула: $C_{10}H_{11}ClN_4$

Молекулярная масса: 222,68.

Агрегатное состояние ацетамиприда – бесцветное твердое кристаллическое вещество (порошок) без запаха, температура плавления 98,9 °С.

Растворимость: в воде 4250 мг/л; рН 5 3,48 мг/л при 25 °С; рН 7 2,95 мг/л при 25 °С; рН 9 3,96 мг/л при 25 °С. Растворимость в органических растворителях при температуре 20 °С: хорошо растворим в ацетоне, этаноле, дихлорметане, тетрагидрофуране, метаноле, хлороформе и ацетонитриле ($\geq 200,0$); этилацетат – 37,8, ксилол – 40,1, бензол > 24,4. Коэффициент распределения n-октанол/вода: $K_{ow} = 6,27$, $K_{ow} \log P < 0,8$ (при 20 °С). Гидролитически стабилен при рН 4–7, постепенно разлагается при рН 9 и температуре 45 °С. Плотность – 1,33 г/см³ при 20 °С.

Острая пероральная токсичность LD_{50} для крыс-самцов 217 мг/кг, для крыс-самок 146 мг/кг, для мышей 184–198 мг/кг. Острая дермальная токсичность LD_{50} для крыс > 2000 мг/кг. Не обладает раздражающим действием на кожу и слизистую оболочку глаза кроликов; не является кожным сенсибилизатором. Острая ингаляционная токсичность LC_{50} для крыс (4 ч) > 1,15 мг/л [3].

Для изучения уровней загрязнения урожая остатками ацетамиприда использовали образцы, предоставленные в 2018-2019 гг. технологическими лабораториями РУП «Институт защиты растений».

Определение остаточных количеств ацетамиприда проводили методами высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектором типа «двухканальная матрица» [5]. При необходимости методики адаптировали с учетом специфики матрицы.

Таблица – Остаточные количества ацетамиприда в сельскохозяйственных культурах

Препарат, норма расхода, год отбора проб	Культура	Анализируемый объект	Содержание ацетамиприда, мг/кг	Место отбора проб	Вредный объект
Органза, КС*, 0.2 л/га, 2018 г.	Сахарная свекла	Корнеплоды	Не обнаружен	Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	Комплекс вредителей
Леатрин, КС, 0.8 л/т, 2018 г.	Яровой ячмень	Зерно	Не обнаружен	Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	Почвообитающие вредители
		Зеленая масса (60-е сутки после посева)	Не обнаружен		
АСА- 01, КС, 0.08 л/га, 2019 г.	Озимый рапс	Семена	Не обнаружен	Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	Комплекс вредителей
		Масло	Не обнаружен		
		Солома	Не обнаружен		
Рексфлор, РП, 0.06 кг/га, 2019 г.	Яровой рапс	Солома	Не обнаружен	Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	Комплекс вредителей

* Органза, КС (ацетамиприд, 0.2 л/га + лямбда-цигалотрин, 0.2 л/га).

Исследования по определению остаточных количеств действующего вещества протравителя инсектицидного действия Агент, ВДГ, применяемого против проволочника, колорадского жука, тли в опытах лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» были проведены на 114-е сутки после обработки. Согласно полученным данным остаточные количества ацетамиприда в клубнях картофеля не обнаружены.

При анализе остаточных количеств действующего вещества протравителя инсектицидного действия Агент, ВДГ, применяемого против проволочника в опытах лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений», в зеленой массе на 90-е сутки после посева, в зерне кукурузы ацетамиприд не обнаружен.

Инсектицид Агент, ВДГ применяли в КСУП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района Гомельской области в опытах лаборатории энтомологии для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька. Согласно результатам исследований, после обработки посевов кукурузы препаратом Агент, ВДГ на 49-е сутки остаточные количества действующего вещества ацетамиприда в зеленой массе не обнаружены.

Исследования по определению остаточных количеств ацетамиприда при применении инсектицида Органза, КС для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька, проводились в образцах зеленой массы и зерна кукурузы на 49-е сутки после обработки представленных лабораторией энтомологии. По результатам исследований содержание ацетамиприда в исследуемых образцах не обнаружено.

Препарат Органза, КС применяли в опытах лаборатории энтомологии для ликвидации очагов инвазии карантинного вредителя западного кукурузного жука в ОАО «Комаровка» Брестского района Брестской области. Согласно полученным результатам после обработки посевов кукурузы препаратом Органза, КС на 36-е сутки в зеленой массе содержание остаточных количеств действующего вещества ацетамиприда не обнаружено.

Исследования по определению остаточных количеств действующего вещества инсектицида Органза, КС в зерне и соломе яровой пшеницы, применяемого против комплекса вредителей, были проведены в опытах лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений». Остаточные количества испытываемого действующего вещества на 63-е сутки после проведения обработки не обнаружены.

Против комплекса вредителей сахарной свеклы применяли инсектицид Органза, КС в опытах лаборатории защиты кормовых и технических культур РУП «Институт защиты растений». Остаточные количества ацетамиприда в корнеплодах на 96-е сутки после проведения обработки не обнаружены.

При анализе остаточных количеств действующего вещества протравителя инсектицидного действия Леатрин, КС, примененного в опытах лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» для защиты ярового ячменя от почвообитающих вредителей в зеленой массе на 60-е сутки после посева и в зерне ацетамиприда не обнаружен.

Определение остаточных количеств действующего вещества инсектицида АСА-01, КС, применяемого против комплекса вредителей озимого рапса, проводили на образцах, представленных лабораторией защиты кормовых и технических культур РУП «Институт защиты растений». На 30-е сутки после обработки в семенах, масле, соломе озимого рапса содержание ацетамиприда не установлено.

Инсектицид Рексфлор, РП применяли в опытах лаборатории защиты кормовых и технических культур РУП «Институт защиты растений» для защиты ярового рапса от комплекса вредителей. В результате определения остаточных количеств инсектицида Рексфлор, РП ацетамиприда в соломе ярового рапса на 78-е сутки после обработки не обнаружен.

Заключение. Результаты исследований, проведенных в 2018-2019 гг. показали, что при использовании инсектицидов, содержащих ацетамиприд в рекомендуемых нормах расхода его остаточные количества не обнаруживались. Это свидетельствует о том, что после обработки в период уборки урожая, продукция является чистой и безопасной для потребления. Следовательно, проанализированные препараты можно рекомендовать для включения в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в качестве инсектицидов и препаратов для предпосевной обработки семян в посадках картофеля, посевах кукурузы, яровых пшеницы и ячменя, сахарной свеклы, озимого и ярового рапса с установленной нормой расхода и количеством обработок.

Список литературы

1. Сорока, С.В. Защита растений – фактор национальной безопасности / С.В. Сорока // Наука и инновации – 2011. – №3(97). – С. 6–9.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Писkun [и др.]. – Минск: Земледелие и защита растений, 2017. – 688 с.
3. Белан, С.Р. Новые пестициды: справочник / С.Р. Белан, А.Ф. Грапов, Г.М. Мельникова. – М.: Грааль, 2001. – 196 с.
4. Сравнительная токсикологическая характеристика новых неоникотиноидных инсектицидов / Л. В. Ермолова [и др.] // Современные проблемы токсикологии. – 2004. – № 2. – С. 2–7.
5. Определение остаточных количеств Ацетамиприда в воде, почве, огурцах, томатах, клубнях и ботве картофеля, зерне и соломе пшеницы и в кормовом разнотравье методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1130-02: утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 01.01.2003: введ.01.01.2003. –М.: Минздрав России, 2004.
6. 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.

M.P. Loseva

RUE «Institute of plant protection», a/c Priluki, Minsk district

ACETAMIPRID RESIDUES IN AGRICULTURAL PLANTS

Annotation. The results of acetamiprid - containing insecticides residues determination during 2018–2019 in the plant production (corn, potato, sugar beet, spring wheat, spring barley, winter rape, spring rape) are presented. It is shown that acetamiprid residues have not been detected in green mass, grain, oil, straw, tubers, roots yield.

Key words: insecticide, acetamiprid, residues, winter and spring rape, spring barley, corn, sugar beet, spring and winter wheat, potato, pests.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абрамович М.С.	212	Станчук А.Э.	104
Арабей С.М.	212	Сташкевич А.В.	62
Арашкович С.А.	220	Сташкевич Н.С.	62
Берлинчик Е.Е.	70	Стефаненкова Е.О.	138
Бобович А.Н.	20	Супранович Р.В.	70, 78
Бойко С.В.	124	Трепашко Л.И.	138, 150
Бречко Е.В.	138, 179	Турук Е.В.	169
Быковская А.В.	150	Феклистова И.Н.	201
Васеха Е.В.	96	Халаева В.И.	115
Василевская Л.П.	124	Хотынюк Ю.И.	124
Вильдфлуш И.Р.	228	Чайковская Н.С.	62
Войтка Д.В.	104, 191, 201	Юзефович Е.К.	191, 201
Волчкевич И.Г.	9, 115	Якимович Е.А.	85
Гаджиева Г.И.	20		
Гринева И.А.	201		
Дичковская О.В.	162		
Запрудский А.А.	29		
Кислушко П.М.	238, 247		
Кожич Д.Т.	212		
Колесник С.А.	62		
Колтун Н.Е.	162		
Комардина В.С.	96, 162		
Конопацкая М.В.	115		
Крейдич А.А.	247, 251		
Ломоносова В.А.	201		
Лосева М.П.	247, 260		
Лукьянюк Н.А.	35, 169		
Максимович Я.В.	179		
Маслак Д.В.	201		
Минина Ю.С.	191		
Михнюк А.В.	191, 201		
Мосур С.С.	228		
Пенязь Е.В.	29		
Плескачевич Р.И.	96		
Привалов Д.Ф.	29		
Садовская Л.Е.	201		
Самонов А.С.	150		
Свирская Н.А.	70, 78		
Середа Г.М.	9, 115		
Скакун Т.Л.	201		
Слонская С.В.	212		
Сорока С.В.	44, 54, 62		

AUTHOR INDEX

Abramovich M.S.	212	Supranovich R.V.	70, 78
Arabey S.M.	212	Svirskaya N.A.	70, 78
Arashkovich S.A.	220	Tchaikovskaya N.S.	62
Berlinchik E.E.	70	Trepashko L.I.	138, 150
Bobovich A.N.	20	Turuk E.V.	169
Boiko S.V.	124	Vasekha E.V.	96
Brechko E.V.	138, 179	Vasilevskaya L.P.	124
Bykovskaya A.V.	150	Voitka D.V.	104, 191, 201
Dichkovskaya O.V.	162	Volchkevich I.G.	9, 115
Feklistova I.N.	201	Wildflush I.R.	228
Gadzhieva G.I.	20	Yakimovich E.A.	85
Grineva I.A.	201	Yuzefovich E.K.	191, 201
Khalaeva V.I.	115	Zaprudsky A.A.	29
Khotyniuk Yu.I.	124		
Kislushko P.M.	238, 247		
Kolesnik S.A.	62		
Koltun N.E.	162		
Komardina V.S.	96, 162		
Konopatskaya M.V.	115		
Kozhich D.T.	212		
Kreidich A.A.	247, 251		
Lomonosova V.A.	201		
Loseva M.P.	247, 260		
Lukianiuk N.A.	35, 169		
Maksimovich Ya.V.	179		
Maslak D.V.	201		
Mikhniuk A.V.	191, 201		
Minina Yu.S.	191		
Mosur S.S.	228		
Penyaz E.V.	29		
Pleskatsevich R.I.	96		
Privalov D.F.	29		
Sadovskaya L.Ye.	201		
Samonov A.S.	150		
Sereda G.M.	9, 115		
Skakun T.L.	201		
Slonskaya S.V.	212		
Soroka S.V.	44, 54, 62		
Stanchuk A.E.	104		
Stashkevich A.V.	62		
Stashkevich N.S.	62		
Stefanenkova E.O.	138		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 44

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*
Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 23.09.2020. Формат 60х84 $\frac{1}{16}$.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 15,58.
Уч.-изд. л. 13,8. Тираж 70 экз. Заказ № 18752.

Выпущено по заказу РУП «Институт защиты растений». Ул. Мира, 2,
223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь.
Тел/факс: 375 17 509-23-68, 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.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,
www.сегмент.бел