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 43

Минск 2019

УДК 632 (476) (082)

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РУП «Институт защиты растений»: *Трепашко Л.И.*, доктор биол. наук, профессор – главный редактор, *Сорока С.В.*, канд. 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, *Супранович Р.В.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Якимович Е.А.*, канд. с.-х. наук, доцент, *Ярчаковская С.И.*, канд. с.-х. наук, доцент; **РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»:** *Гриб С.И.*, доктор с.-х. наук, академик НАН Беларуси, *Привалов Ф.И.*, доктор с.-х. наук, профессор; **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»:** *Довженко 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.

ISSN 0135-3705

© Республиканское унитарное предприятие «Институт защиты растений», 2019
© Оформление ЧПТУП«Колорград», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Кранцевич В.Д., Пынтиков С.А., Белановская М.А., Ханкевич В.А., Синицкий В.П. Эффективность гербицидов в зависимости от сроков их внесенияв посевах кукурузы, возделываемой на зерно и зеленую массу 9

Кабзарь Н.В., Сорока С.В., Сорока Л.И. Пороги вредоносности однолетних двудольных зимующих сорных растений в посевах озимого тритикале 18

Колесник С.А., Сташкевич А.В., Сорока Л.И., Сташкевич Н.С. Эффективность гербицида Аденго, кс и его баковых смесей в зависимости от сроков применения в посевах кукурузы 26

Колесник С.А., Сташкевич А.В., Сорока Л.И., Сташкевич Н.С. Эффективность гербицидов на основе римсульфурона и никосульфуронав посевах кукурузы 33

Корпанов Р.В. Пороги вредоносности однолетних двудольных сорняков как основа рационального применения гербицидов в посевах люпина узколистного 40

Лобач О.К., Сорока С.В., Сорока Л.И. Оценка эффективности применения гербицида Раундап Флекс, ВР 50

Одинцов П.Л., Сорока С.В. О проблеме конкуренции яровых зерновых культур и злаковых сорных растений в агрофитоценозе 57

Пастухова М.А., Шелюто Б.В. Применение гербицида Гамбит в посевах сильфии пронзеннолистной 66

Сорока С.В., Сорока Л.И., Кабзарь Н.В. Эффективность гербицида Нерта, кс в посевах озимых зерновых культур 73

Сорока С.В., Сорока Л.И., Кабзарь Н.В., Корпанов Р.В., Цыганов А.Р. Опасность гербицидов для теплокровных и пчел в посевах озимых зерновых культур в Беларуси 85

Сташкевич А.В., Колесник С.А., Сташкевич Н.С., Сорока Л.И. Биологический порог вредоносности сорных растений при смешанном типе засорения в посевах кукурузы на зерно 98

Сташкевич А.В., Колесник С.А., Сташкевич Н.С., Цыганова А.А. Засоренность посевов кукурузы и эффективность баковых смесей гербицидов для ее защиты 105

Шкляревская О. А. Перспективы использования баковых смесей гербицидов для борьбы с борщевиком Сосновского 111

Шкляревская О. А. Экономическая эффективность механических и химических методов борьбы с борщевиком Сосновского 120

Якимович Е.А. Вредоносность сорных растений в посадках валерианы лекарственной 128

Якимович Е.А. Снижение засоренности многолетних плантаций пустырника пятилопастного 135

Фитопатология

Войтка Д.В., Юзефович Е.К., Атакишиева Я.Ю. Скрининг антагонистической активности грибов р. *Trichoderma* по отношению к доминирующим корнеобитающим патогенам овощных культур, изолированным на территории Беларуси и Азербайджана 144

Гаджиева Г.И., Подковенко О.В., Молчан О.В. Влияние церкоспороза на физиолого-биохимические параметры растений сахарной свеклы 153

Жуковская А.А. Эффективность фунгицидов в защите озимой ржи от ринхоспориоза 169

Запрудский А.А., Яковенко А.М., Белова Е.С., Привалов Д.Ф. Динамика развития болезней и биологическое обоснование эффективного применения фунгицидов в посевах кормовых бобов 175

Радивон В.А., Жуковский А.Г. Вредоносность болезней, вызываемых грибами рода *fusarium*, в посевах ярового тритикале 183

Радына А.А., Халаев А.Н., Жуковский А.Г. Карликовая ржавчина в посевах ярового ячменя 190

Свидунович Н.Л., Жуковский А.Г. Влияние сроков заражения початков кукурузы возбудителями фузариоза на снижение урожайности 195

Середа Г.М., Конопацкая М.В., Халаева В.И. Иммунологическая оценка гибридов картофеля белорусской селекции на рако- и нематодоустойчивость 203

Ткаленко А.Н., Бальвас-Гремякова Е.М. Мониторинг болезней растений огурцов в теплицах Украины 210

Энтомология

Бойко С.В. Биологическое обоснование мероприятий по защите озимых зерновых культур от пьявиц 219

Будревич А.П., Богомолова И.В. Контроль численности рапсового цветоеда и капустной моли в посевах ярового рапса двухкомпонентными инсектицидами 234

Быковская А.В., Трепашко Л.И., Самонов А.С. Результаты феромонного мониторинга стеблевого кукурузного мотылька в Беларуси 239

Волосач М.В., Буга С.В. Комплексная оценка вредоносности минирующих мух (diptera: agromyzidae) – вредителей декоративных древесных растений Беларуси 247

Жоров Д.Г., Гляковская Е.И., Буга С.В. Оценка показателей вредоносности инвазивных видов гемиптероидных насекомых в декоративных насаждениях разных дендролого-интродукционных районов Беларуси 257

Ляска Ю.Н., Стригун А.А. Вредоносность хлопковой совки на кукурузе в лесостепи Украины 267

Трепашко Л.И., Быковская А.В., Ильюк О.В. Экономическое обоснование применения препаратов инсектицидного действия против доминантных вредителей кукурузы 276

Общие вопросы защиты растений

Быковский А.В. Анализ вероятности выявления остаточных количеств фунгицидов в плодах яблони 285

Быковский А.В., Поплевко В.Л. Метод определения остаточных количеств изоксафлютола в зеленой массе кукурузы 291

Кирейчик Д.Ю. Определение остаточных количеств флурохлоридона в клубнях картофеля методом газожидкостной хроматографии 302

Кислушко П.М., Арашкович С.А. Определение остаточных количеств с-метолахлора в растительном материале, почве и воде методом газожидкостной хроматографии 310

Кислушко П.М., Кивачицкая М.М., Арашкович С.А., Быковский А.В. Персистентность фунгицида Луна Экспириенс, КС в плодово-ягодных и овощных культурах 318

Конопацкая М.В., Бречко Е.В., Халаева В.И. Формирование биометрических показателей роста и развития растений картофеля под влиянием предпосадочной обработки клубней инсектицидно-фунгицидными препаратами 324

Авторский указатель 333

CONTENTS

Herbology

Gvozdov A.P., Bulavin L.A., Krantsevich V.D., Pyntikov S.A., Belanovskaya M.A., Hankevich V.A., Sinitsky V.P. Efficiency of herbicides depending on their application periods in corn crops cultivated for grain and green mass.....9

Kabzar N.V., Soroka S.V., Soroka L.I. Thresholds of harmfulness of annual dicotyledonous winter weed plants in winter triticale crops.....18

Kolesnik S.A., Stashkevich A.V., Soroka L.I., Stashkevich N.S. Efficiency of herbicide Adengo, sc and its tank mixtures depending on application periods in corn crops.....26

Kolesnik S.A., Stashkevich A.V., Soroka L.I., Stashkevich N.S. Efficiency of rimsulfuron and nikosulfuron –based herbicides in corn crops.....33

Korpanov R.V. Thresholds of annual dicotyledonous weeds harmfulness as a basis for the rational use of herbicides in blue lupine.....40

Lobach O.K., Soroka S.V., Soroka L.I. Evaluation of efficiency of the herbicide Raundup Flex, AS application 50

Odintsov P.L., Soroka S.V. On the problem of competition between spring grain crops and grass weed plants in agrophytocoenosis.....57

Pastukhova M.A., Shelyutto B.V. Application of Gambit herbicide in perforated leaf sylphia crops 66

Soroka S.V., Soroka L.I., Kabzar N.V. Efficiency of herbicide Nerta, sc in winter grain crops.....73

Soroka S.V., Soroka L.I., Kabzar N.V., Korpanov R.V., Tsyganov A.R. Danger of herbicides for warm-blooded and bees in winter grain crops in Belarus.....85

Stashkevich A.V., Kolesnik S.A., Stashkevich N.S., Soroka L.I. Biological threshold of weeds harmfulness at mixed type of weed infestation in corn crops for grain 98

Stashkevich A.V., Kolesnik S.A., Stashkevich N.S., Tsyganova A.A. Corn weed infestation and the effectiveness of tank herbicide mixtures for its protection ...105

Shklyarevskaya O.A. Perspectives of herbicides tank mixtures application for *Heracleum sosnowskyi* control 111

Shklyarevskaya O.A. Economic efficiency of mechanical and chemical methods for *Heracleum sosnowskyi* control.....120

Yakimovich E.A. Decrease of motherwort perennial plantings weed infestation .128

Yakimovich E.A. Weed plants harmfulness in common valerian plantings.....135

Phytopathology

Voitka D.V., Yuzefovich E.K., Atakishyeva Y.Yu. Screening of antagonistic activity of trichoderma genus fungi towards to dominating root-habitat vegetable crops pathogens isolated on the territory of Belarus and Azerbaijan 144

Hajyieva H.I., Podkovenko J.V., Molchan O.V. Influence of cercosporosis on physiological and -biochemical parameters of sugar beet plants.....153

Zhukovskaya A.A. Fungicides efficiency for winter rye protection against rhynchosporiosis.....169

Zaprudsky A.A., Yakovenko A.M., Belova E.S., Privalov D.F. Dynamics of diseases development and biological substantiation of fungicides effective application in the plantings of field beans 175

Radivon V.A., Zhukovsky A.G. Harmfulness of diseases caused by fusarium genus fungi in spring triticale crops.....183

Radyna A.A., Khalaev A.N., Zhukovsky A.G. Dwarf leaf rust of spring barley 190

*Svidunovich N.L., Zhukovsky A.G. I*nfluence of corn cobs infection terms by fusarium wilt agents for reducing corn productivity 195

Sereda G.M., Konopatskaya M.V., Khalaeva V.I. Immunological evaluation of Belarusian selection potato hybrids to wart disease and nematode resistance 203

Tkalenko A.N., Balvas-Hremiakova E.M. Monitoring of cucumber plant diseases in the greenhouses of Ukraine 210

Entomology

Boiko S.V. Biological substantiation of winter grain crops protective measures against cereal leaf beetles.....219

Budrevich A.P., Bogomolova I.V. Control of blossom beetle and cabbage moth number in spring rape crops by two -component insecticides.....234

Bykovskay A.V., Trepashko L.I., Samonov A.S. The results of pheromone monitoring of the european corn borer in Belarus 239

Volosach M.V., Buga S.V. Complex harmfulness assessment of mining flies (dipera: agromyzidae) – pests of ornamental woody plants in Belarus 247

Zhorov D.G., Hliakouskaya K.I., Buga S.V. Evaluation of harmfulness indices of hemipteroid insects invasive species in decorative stands of different introduction-dendrological areas of Belarus 257

Liaska Y.N., Strygun A.A. Harmfulness of cotton bollworm on corn in forest steppe of Ukraine 267

Trepashko L.I., Bykovskaya A.V., Iljuk O.V. Economic substantiation of the insecticidal action preparations application against the dominant corn pests.....276

General issues of plant protection

Bykovsky A.V. Analysis of probability of detecting the residues of fungicides in apple fruits 285

Bykovsky A.V., Poplevko V.L. Method of determination of isoxaflutole in corn green mass..... 291

Kireychik D.U. Determination of fluorochloridone residues in potato tubers by the gas-liquid chromatography method 302

Kislushko P.M., Arashkovich S.A. C-metolachlor residues determination in plant material, soil and water by gas - liquid chromatography method..... 310

Kislushko P.M., Kivachitskaya M.M., Arashkovich S.A., Bykovsky A.V. Persistence of the fungicide Luna experience, SC in fruit-berry and vegetable crops..... 318

Konopatskaya M.V., Brechko E.V., Khalaeva V.I. Formation of biometric indicators of growth and development of potato plants under the influence of pre-planting tubers treatment by the insecticidal – fungicidal preparations..... 324

Authors index..... 334

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 633.15:631.55:632.954

А.П. Гвоздов, Л.А. Булавин, В.Д. Кранцевич, С.А. Пынтиков, М.А. Белановская, В.А. Ханкевич, В.П. Синицкий
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ИХ ВНЕСЕНИЯ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА ЗЕРНО И ЗЕЛЕНУЮ МАССУ

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения гербицидов при возделывании кукурузы. Установлено, что в сложившихся в период исследований погодных условиях наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков был получен при использовании в фазу 2-3 листа культуры гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). Гибель сорняков при этом составила в среднем 98,2 %, снижение их сырой массы – 99,6 %, сохраненный урожай зеленой массы – 115,6 %, зерна – 90,2 %.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, гербицид, эффективность, урожайность.

Введение. Для производства в требуемом объёме кормов в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2018 г. составила в республике 970,0 тыс. га, в т.ч. на силос – 800,1, а на зерно –169,9 тыс. га.

Важной биологической особенностью кукурузы является ее низкая конкурентоспособность по отношению к сорнякам на ранних этапах развития. Поэтому уровень продуктивности кукурузы в значительной степени зависит от засорённости её посевов [1]. Установлено, что биологический порог вредоносности двудольных малолетних сорных растений для кукурузы составляет лишь 3-10 шт/м^2 [2]. Поэтому при наличии в её посевах 50; 100; 200 шт/м^2 сорняков урожайность зелёной массы снижалась соответственно на 27,4; 52,7; 74,0 % [3]. В этой связи, применение эффективных гербицидов имеет важное значение для формирования высокой урожайности кукурузы.

Необходимо отметить, что для повышения урожайности кукурузы несомненный интерес представляет оптимизация сроков проведения химической прополки посевов. Применять гербициды при её возделывании необходимо на самых ранних этапах роста и развития растений – не позже чем через 10 дней после появления всходов культуры. Результаты исследований показали, что уничтожение сорняков через 20, 30, 40, 50 дней после появления всходов кукурузы приводит к снижению урожайности соответственно на 11, 20, 41, 62 % даже при использовании высокоэффективных гербицидов [1].

Существенно уменьшить негативное влияние сорняков на культурные растения на ранних этапах их роста и развития можно за счет довсходового применения гербицидов. Эффективность гербицидов почвенного действия, вносимых сразу после сева, до всходов сорняков, в значительной степени зависит от влажности почвы, которая определяется уровнем выпадения атмосферных осадков. Их отсутствие или незначительное количество в течение 2-3 декад после применения препарата влечёт за собой неудовлетворительное действие почвенных гербицидов. Анализ погодных условий показывает, что в Беларуси вероятность засушливых периодов продолжительностью 20-30 дней в мае составляет 40 %. То есть, 4 года из 10 следует ожидать неудовлетворительного действия почвенных гербицидов [1]. Поэтому для повышения эффективности защиты посевов кукурузы от сорняков актуальным вопросом является не только совершенствование ассортимента применяемых гербицидов, но и оптимизация сроков их внесения применительно к конкретным условиям произрастания.

Условия и методика проведения исследований. В 2017-2018 гг. изучали эффективность различных гербицидов на посевах кукурузы. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус − 2,45-2,67 %, P_2O_5 – 303-314 мг/кг, K_2O – 289-301 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,9-6,3). После уборки предшественника на опытном участке проводили лущение стерни, вносили фосфорные и калийные удобрения ($P_{60}K_{120}$) с последующей заделкой дисковыми орудиями. Весной после внесения навоза (60 т/га) проводили вспашку на глубину 18-20 см, применяли азотные удобрения (N_{60+60}), проводили культивацию и предпосевную подготовку почвы. Технология возделывания кукурузы за исключением изучаемого фактора проводилась в соответствии с отраслевым регламентом. Гербициды применяли в соответствии со схемой опыта до появления всходов, а также в фазу 2-3 и 5 листьев кукурузы. Норма расхода рабочего раствора–200 л/га. Учёт засорённости посевов проводили количественно-весовым методом через 30 дней после внесения гербицидов.

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от среднемноголетних как по температурному

режиму, так и по количеству выпавших осадков. В 2017-2018 гг. в течение двух декад количество осадков после довсходового применения гербицидов было ниже нормы. В целом за вегетационный период кукурузы в 2017 г. сумма активных температур была ниже нормы на 1,7 %, а количество атмосферных осадков превышало среднемноголетний уровень на 9,0 %. В 2018 г. сумма активных температур превысила норму на 11,7 %, а количество атмосферных осадков было ниже среднемноголетних значений на 19,6 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил в 2017 г. 1,74, в 2018 г. − 1,17 при норме для региона, где проводили исследования 1,63.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в блоке опыта с довсходовым применением гербицидов в контрольном варианте численность сорняков составила в среднем за 2017-2018 гг. 218,5 шт/м^2, а их сырая масса – 598,1 г/м^2. В вариантах с применением гербицидов эти показатели в сложившихся условиях снижались соответственно на 71,3-90,4 и 75,8-91,4 %. Наибольшая гибель сорняков отмечалась при довсходовом внесении Аденго, КС, а наименьшая – Сулкотрек, КС. Под влиянием довсходового внесения гербицидов отмечалась полная гибель в посевах кукурузы таких сорняков, как звездчатка средняя, пастушья сумка, пикульник обыкновенный. Полную гибель подмаренника цепкого в этом блоке опыта обеспечил лишь гербицид Аденго, КС. При довсходовом внесении гербицидов Люмакс, СЭ и Сулкотрек, КС его гибель находилась в пределах 73,8-81,3 %, а снижение сырой массы 73,8-85,1 %. Максимальный эффект в уничтожении просо куриного, мари белой и горца вьюнкового в этом блоке опыта обеспечило применение гербицида Аденго, КС. Их гибель в этом случае составила соответственно 86,6; 91,3; 82,9 % при снижении сырой массы – 86,6; 93,5; 81,9 %. Несколько ниже эти показатели были при использовании гербицида Люмакс, СЭ – 73,2; 83,9; 65,8 и 78,2; 86,7; 61,2 %. Применение гербицида Сулкотрек, КС уменьшило численность указанных выше сорняков на 56,5-76,5 %, а их сырую массу – на53,5-79,5 % (таблица 1).

В блоке опыта с применением гербицидов в фазу 2-3 листа кукурузы в контрольном варианте численность сорняков через 30 дней после химической прополки составила 255,0 шт/м^2, их сырая масса – 1559,5 г/м^2 (таблица 2). При внесении гербицидов гибель сорняков изменялась в зависимости от используемого препарата в пределах 94,9-98,2, а снижение сырой массы –98,4-99,6 %. Следовательно, в этом случае указанные выше показатели увеличились по сравнению с довсходовым внесением гербицидов на 7,8-23,6 и 8,2-22,6 %. Наибольший эффект при внесении гербицидов в фазу 2-3 листа кукурузы был получен в варианте, где применяли Аденго, КС. При использовании гербицидов Сулкотрек, КС и Люмакс, СЭ гибель сорняков по сравнению с внесением Аденго, КС была ниже на 2,7-3,3 %, а снижение сырой массы на 0,7-1,2 %.

Таблица 1 – Эффективность гербицидов при довсходовом внесении в посевах кукурузы через 30 дней после химической прополки (среднее за 2017-2018 гг.)

Вид сорняка	Контроль (без обработки)		Аденго, КС, 0,4 л/га		Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	
	шт/м²	г/м²	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	218,5	598,1	90,4	91,4	71,3	75,8	82,1	81,7
Звездчатка средняя	0,5	1,6	100	100	100	100	100	100
Горец вьюнковый	11,0	43,0	82,9	81,9	56,5	53,5	65,8	61,2
Марь белая	106,0	349,2	91,3	93,5	76,5	79,5	83,9	86,7
Пастушья сумка	6,0	7,9	100	100	100	100	100	100
Пикульник обыкновенный	1,5	3,8	100	100	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	6,5	12,9	100	100	81,3	85,1	73,8	73,8
Просо куриное	80,0	167,9	86,6	86,6	67,3	69,8	73,2	78,2
Прочие	7,0	11,9	100	100	42,9	51,3	100	100

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт/м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

Изучаемые гербициды при внесении в фазу 2-3 листа кукурузы обеспечили полную гибель звездчатки средней, пастушьей сумки, пикульника обыкновенного. При использовании Аденго, КС отмечалось полное уничтожение горца вьюнкового, мари белой и подмаренника цепкого. Марь белую также полностью уничтожал Люмакс, СЭ. Сулкотрек, КС снижал ее численность на 98,5 %, а сырую массу – на 99,8 %. Под влиянием гербицидов Сулкотрек, КС и Люмакс, СЭ численность горца вьюнкового уменьшилась соответственно на 93,8 и 96,9 % при снижении сырой массы на 98,7 и 99,1 %. У подмаренника цепкого указанные выше показатели составили в этом случае 80,6 и 91,7 %, 78,6 и 94,3 %. Наибольший эффект в уничтожении проса куриного обеспечил гербицид Аденго, КС, снизив численность этого сорняка на 95,0 %, а сырую массу на – 99,0 %. В других вариантах эти показатели находились в пределах 87,3-88,8 и 95,3-97,5 % (таблица 2).

В блоке опыта, где гербициды применяли в фазу 5 листьев кукурузы в контрольном варианте численность сорняков через 30 дней после химической прополки составила 221,0 шт/м², а их сырая масса – 2229,4 г/м². Под влиянием изучаемых гербицидов гибель сорняков находилась в пределах 87,0-99,4 % при снижении их сырой массы на 97,2-99,8 %. Наибольший эффект при этом сроке внесения обеспечил Аденго, КС, а наименьший Люмакс, СЭ. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при использовании гербицида Аденго, КС в фазу 5 листьев кукурузы снижение численности и сырой массы сорняков по сравнению с довсходовым внесением составило соответственно 9,0 и 8,4 %, а гербицида Люмакс, СЭ– 7,5 и 16,2 % (таблица 3).

Таблица 2 – Эффективность гербицидов через 30 дней при внесении в фазу 2-3 листа кукурузы (среднее за 2017-2018 гг.)

Вид сорняка	Контроль (без обработки)		Аденго, КС, 0,4 л/га		Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	
	шт/м²	г/м²	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	255,0	1559,5	98,2	99,6	95,5	98,4	94,9	98,9
Звездчатка средняя	3,5	25,2	100	100	100	100	100	100
Горец вьюнковый	12,5	204,4	100	100	93,8	98,7	96,9	99,1
Марь белая	126,5	589,0	100	100	98,5	99,8	100	100
Пастушья сумка	11,5	17,0	100	100	100	100	100	100
Пикульник обыкновенный	3,0	5,1	100	100	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	7,5	13,8	100	100	80,6	78,6	91,7	94,3
Просо куриное	78,5	58,2	95,0	99,0	88,8	95,3	87,3	97,5
Прочие	12,0	127,0	100	100	100	100	100	100

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт/м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

Таблица 3 – Эффективность гербицидов через 30 дней при внесении в фазу 5 листьев кукурузы (среднее за 2017-2018 гг.)

Вид сорняка	Контроль (без обработки)		Аденго, КС, 0,4 л/га		МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га		Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	
	шт/м²	г/м²	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	221,0	2229,4	99,4	99,8	93,6	98,3	89,6	97,9
Звездчатка средняя	2,0	49,9	100	100	100	100	100	100
Горец вьюнковый	10,0	280,2	100	100	100	100	100	100
Марь белая	134,5	937,2	100	100	98,9	99,2	99,7	99,4
Пастушья сумка	2,0	27,5	100	100	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	4,5	14,0	100	100	100	100	100	100
Просо куриное	56,5	755,7	97,0	98,2	90,9	96,8	79,9	94,4

Примечание: в контрольном варианте представлена численность сорняков (шт/м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%)

При наиболее позднем сроке внесения гербициды обеспечили полную гибель звездчатки средней, горца вьюнкового, пастушьей сумки, подмаренника цепкого.

Полная гибель мари белой отмечалась при использовании Аденго, КС. Другие гербициды снижали ее численность на 87,5-99,7 %, а сырую

массу на 99,2-99,5 %. Наибольшую гибель просо куриного обеспечило применение гербицида Аденго, КС, который снизил численность этого сорняка на 97,0 %, а сырую массу на 98,2 %. Наименьшими эти показатели у проса были при использовании гербицида Люмакс, СЭ и составили 77,1 и 94,4 %.

Урожайность зеленой массы кукурузы, включающая стебли, листья и початки, в сложившихся погодных условиях составила в среднем за 2017-2018 гг. в контрольном варианте с довсходовым внесением 309,2 ц/га. Наибольшую урожайность при довсходовом внесении гербицидов обеспечило применение Аденго, КС – 592,4 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 91,6 %. Несколько ниже (543,1 ц/га) этот показатель был при использовании Люмакс, СЭ. Прибавка в этом случае составила 75,7 %. Наименьшая урожайность зеленой массы при довсходовом внесении гербицидов была в варианте с применением Сулкотрек, КС – 517,0 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 67,2 % (таблица 4).

При использовании гербицидов в фазу 2-3 листа кукурузы наибольшую урожайность зеленой массы также обеспечил Аденго, КС – 685,8 ц/га. Прибавка составила 115,6 %. При применении гербицида Сулкотрек, КС эти показатели были равны 623,4 ц/га и 96,0 %.

Сопоставляя урожайность зеленой массы кукурузы можно сделать вывод, что в сложившихся в период исследований условиях применение изучаемых гербицидов в фазу 2-3 листа культуры обеспечило по сравнению с довсходовым их использованием в среднем за 2 года прибавку урожайности 93,4-106,4 ц/га, т. е. 15,8-20,6 %.

При внесении гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы урожайность зеленой массы в среднем за 2 года находилась в переделах 616,1-639,8 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 93,3-100,7 %. Наибольшим этот показатель был при использовании Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьшим – МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га). При этом необходимо отметить, что урожайность зеленой массы кукурузы при внесении в фазу 5 листьев культуры гербицидов Аденго, КС (0,4 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га) была ниже по сравнению с их использованием в фазу 2-3 листа соответственно на 46,0 и 33,4 ц/га, т. е. 7,2 и 5,4 % (таблица 4).

Урожайность зерна кукурузы составила в среднем за 2017-2018 гг. в контрольном варианте блока опыта с довсходовым внесением гербицидов 59,0 ц/га. Максимальную урожайность приэтом сроке проведения химической прополки обеспечило использование Аденго, КС (0,4л/га) – 104,3 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 76,8 %. В вариантах, где применяли Люмакс, СЭ (4,0 л/га) и Сулкотрек, КС (2,0 л/га) прибавка урожайности была ниже и составила 39,5 и 36,3 ц/га, т. е. 67,0 и 61,5 % (таблица 5).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность гербицидов в посевах кукурузы, возделываемой на зеленую массу

Вариант	Срок внесения	Урожайность, ц/га			Сохраненный урожай	
		2017 г.	2018 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без прополки)	–	391,6	226,8	309,2	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	До всходов	578,0	606,7	592,4	283,2	91,6
Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		515,2	518,7	517,0	207,8	67,2
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		540,2	545,9	543,1	233,9	75,7
Контроль (без прополки)	–	405,1	231,0	318,1	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	2-3 листа	698,2	673,3	658,8	367,7	115,6
Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		641,7	605,1	623,4	305,3	96,0
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		650,5	656,6	653,6	335,5	105,5
Контроль (без прополки)	–	404,4	233,1	318,8	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	5 листьев	653,0	626,5	639,8	321,0	100,7
МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га		629,0	603,1	616,1	297,3	93,3
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		643,8	613,8	628,8	310,0	97,2
$НСР_{05}$		48,2	36,2			

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность гербицидов в посевах кукурузы, возделываемой на зерно

Вариант	Срок внесения	Урожайность, ц/га			Сохраненный урожай	
		2017 г.	2018 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без прополки)	–	77,5	40,5	59,0	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	До всходов	103,9	104,6	104,3	45,3	76,8
Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		99,5	91,0	95,3	36,3	61,5
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		101,9	95,1	98,5	39,5	67,0
Контроль (без прополки)	–	78,5	42,0	60,3	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	2-3 листа	114,4	114,9	114,7	54,4	90,2
Сулкотрек, КС, 2,0 л/га		109,6	107,1	108,4	48,1	79,8
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		111,0	112,8	111,9	51,6	85,6
Контроль (без прополки)	–	78,5	40,9	59,7	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	5 листьев	109,2	110,3	109,8	50,1	83,9
МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га		107,9	107,7	107,8	48,1	80,6
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га		106,9	108,8	107,9	48,2	80,7
$НСР_{05}$		8,1	8,0			

При внесении гербицидов в фазу 2-3 листа кукурузы наибольшая урожайность зерна (114,7 ц/га) также была получена при использовании Аденго, КС (0,4 л/га). Прибавка по сравнению с контролем в этом случае была равна 54,4 ц/га, т.е. 90,2 %. При использовании гербицида Люмакс, СЭ (4,0 л/га) указанные выше показатели составили 51,6 ц/га и 85,6 %, а Сулкотрек, КС (2,0 л/га) – 48,1 ц/га и 79,8 %. Полученные результаты свидетельствуют о том, что урожайность зерна кукурузы при внесении изучаемых гербицидов в фазу 2-3 листа культуры была в среднем на 10,4-13,1 ц/га (10,0-13,7 %) выше по сравнению с довсходовым их применением.

Использование гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы обеспечило урожайность зерна в среднем за период исследований в пределах 107,8-109,8 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 80,6-83,9 %. Наибольшими указанные выше показатели были в варианте с использованием Аденго, КС (0,4 л/га). Необходимо отметить, что существенных различий по урожайности зерна кукурузы между вариантами, где в фазу 5 листьев культуры вносили гербициды Люмакс, СЭ и МайсТер Пауэр, МД не отмечалось. При этом сроке химической прополки посевов урожайность зерна кукурузы была ниже по сравнению с внесением гербицида в фазу 2-3 листа культуры.

Выводы. В сложившихся в период исследований погодных условиях наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков получен при использовании в фазу 2-3 листа культуры гербицида Аденго, КС (0,4 л/га). В этом случае численность сорняков в сравнении с контролем снижалась в среднем на 98,2 %,их сырая масса – на 99,6 %,что обеспечило прибавку урожайности зеленой массы115,6 %, зерна – 90,2 %.

При использовании гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) и других изучаемых препаратов до появления всходов кукурузы гибель сорняков была ниже по сравнению с их внесением в фазу 2-3 листа культуры на 7,8-24,2 %, снижение их сырой массы на 8,2-22,6 %.Урожайность зеленой массы кукурузы при довсходовом применения гербицидов снижалась по сравнению с их внесением в фазу 2-3 листа на 15,8-20,6 %, а зерна на 10,0-13,7 %.

При внесении гербицидов в фазу 5 листьев кукурузы различия по снижению численности сорняков с их использованием в фазу2-3 листа культуры находились в пределах 1,2-7,9 %, а сырой массы 0,2-1,7 % в зависимости от применяемого препарата. В этом случае снижение урожайности зеленой массы по сравнению с применением гербицидов в фазу 2-3 листа составило 5,4-7,2 %, а зерна 4,3-4,5 %.

Список литературы

1. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.

2. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Минсельхозпрод, ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А.В. Майсеенко, С.В. Сороки. – Минск, 2010. – 192 с.

3. Тубол, М.И. Особенности применения гербицидов в севообороте: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М.И. Тубол. – М., 1974. – 19 с.

A.P. Gvozdov, L.A. Bulavin, V.D. Krantsevich, S.A. Pyntikov, M.A. Belanovskaya, V.A. Hankevich, V.P. Sinitsky

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture", Zhodino

EFFICIENCY OF HERBICIDES DEPENDING ON THEIR APPLICATION PERIODS IN CORN CROPS CULTIVATED FOR GRAIN AND GREEN MASS

Annotation. The article presents the results of studies on the effectiveness of herbicides use for corn cultivation. It is found that in the current weather conditions during the study period, the greatest effect in protecting corn crops against weeds has been obtained when using the herbicide Adengo, SC (0.4 l / ha) at 2-3 leaves of the crop stage. At the same time, the death of weeds has made 98.2 %, their wet weight –99.6 %, green mass kept yield - 115.6 %, and grain –90.2 %.

Keywords: corn, weeds, herbicide, efficiency, yield.

УДК 633.112.9«324»:632.51.038

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

ПОРОГИ ВРЕДОНОСНОСТИ ОДНОЛЕТНИХ ДВУДОЛЬНЫХ ЗИМУЮЩИХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению биологического порога вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах озимого тритикале. Установлено, что между показателями засоренности (численностью и массой сорных растений) и урожайностью зерна озимого тритикале имеется тесная обратная корреляционная зависимость. Подтверждена закономерность, чем больше сорных растений произрастает в посевах, тем большую вегетативную массу они формируют, и в соответствии с этим, возрастает отрицательное воздействие на урожай. Так, при произрастании в посеве 5 сорных растений потери урожая составляют 3,0–9,9 %; 10 шт/м^2 – на 4,8–15,4 %; 15 шт/м^2 – 9,9–16,3 %; 25 шт/м^2 – 12,8–24,5 %; 50 шт/м^2 – 19,2–30,6 %. Коэффициент детерминации (R^2) показывает, что снижение урожайности озимого тритикале на 82–94 % зависит от численности сорных растений и на 85–94 % – от массы. Биологический порог вредоносности однолетних двудольный сорных растений, при котором происходит достоверное снижение урожайности зерна озимого тритикале составляет 26±2 сорняка на м^2 в зависимости от погодных условий (в засушливые годы – 26 шт/м^2, во влажные – 28 шт/м^2).

Ключевые слова: озимое тритикале, сорные растения, порог вредоносности, коэффициент вредоносности, урожайность, потери урожая.

Введение. На долю озимого тритикале приходится около 20 % валового сбора зерна в мире. Беларусь занимает второе место в мире по посевным площадям данной культуры (500 тыс. га), уступая Польше, где возделывается около 1,3 млн га.

Озимое тритикале, как и другие зерновые культуры, нуждается в защите от сорной растительности, поскольку потери урожая зерна могут достигать 33 % [21]. Вред причиняемый сорными растениями зависит от их численности, видового состава, вида культуры, метеорологических условий, а также условий обработки и подготовки почвы. На уровень засоренности посевов оказывает влияние неправильный подбор предшественника, несоблюдение севооборота, увеличение доли зерновых культур в севообороте, минимальная обработка почвы, отказ от проведения лущения стерни и др.

В последние годы в связи с теплой, продолжительной осенью и достаточным количеством осадков увеличился период активной

вегетации сорных растений. Снизилось количество пырея ползучего, однако обострилась проблема засоренности последующих культур севооборота падалицей рапса; подмаренником цепким, семена которого не отделяются от семян рапса и распространяются затем в посевах озимых зерновых культур; достаточно много полей, засоренных васильком синим, дремой белой, метлицей обыкновенной, видами подорожника и фиалкой полевой [21].

Средства защиты растений следует применять только на основании данных анализа фитосанитарной ситуации и в комплексе с другими методами. После предварительной фитосанитарной оценки состояния посевов, погодных условий, агротехники, экономической и экологической целесообразности, специалист по защите растений, зная засоренность полей и используя пороги вредоносности сорняков, подбирает соответствующий гербицид и определяет необходимость его применения [4, 10, 16, 23].

Относительный коэффициент вредоносности одного вида или всей присутствующей сорной растительности служит показателем вредоносности сорняков и показывает снижение урожая на единицу засоренности (численность, проективное покрытие или масса сорных растений) [6, 7]. В ранний период вегетации засоренность посевов удобнее выражать количеством сорных растений на единицу площади, т.е. шт/м^2, в середине вегетации – проективным покрытием поверхности почвы, выраженным в процентах, а позднее – их биомассой на единицу площади в г/м^2 [12, 13, 14].

Применение гербицидов с учетом порогов вредоносности позволяет сократить расходы на 20–30 %, а потери урожая – до экономически безопасного уровня [7]. Все пороги вредоносности сорных растений – величина непостоянная и зависят от многих факторов, таких как уровень развития земледелия, культуры, типа засоренности, соотношения цен на препараты и продукцию сельского хозяйства и др. [5].

Авторы по разному подходят к определению порогов вредоносности. В Германии в посевах озимой пшеницы экономический порог вредоносности составляет 8,4 % [15], в Беларуси, в посевах озимых зерновых культур – 6–8 % [18, 20].

При разработке системы рационального применения гербицидов целесообразно учитывать биологический порог вредоносности – такой уровень засоренности посевов сельскохозяйственных культур, с которого начинается достоверное снижение урожая [6, 7, 9].

В нашей республике пороги вредоносности однолетних двудольных (зимующих) сорных растений, при котором необходима химическая прополка, в посевах озимой пшеницы сорта Мироновская 808 составляет 20±4 [17, 19, 21], сорта Ода – 15±3 шт/м^2 [19]; озимого тритикале сорта Михась – 24,5±3 шт/м^2 [20]; озимой ржи сорта Белта – 67,5±7 шт/м^2,

сорта Пуховчанка – 47±3 шт/м^2 [16], в посевах овса – 37 шт/м^2 [8]; яровой пшеницы – 14–16 шт/м^2 [3], проса посевного – 9–18 шт/м^2 [22].

В этой связи изучение влияния степени засоренности посевов на урожайность культур, определение порогов вредоносности сорных растений является актуальной задачей при разработке системы рационального применения гербицидов в интегрированных системах защиты.

Условия и методика исследований. Исследования проводили методом постоянных площадок [1, 11] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах озимого тритикале сорта Бальтико. Норма высева 5,0-5,5 млн. всхожих семян на га, ширина междурядий 15 см, площадь опытной делянки – 3 м^2, учетной – 1 м^2. Повторность опыта – шестикратная. Расположение делянок рендомизированное. На учетных площадках, согласно схеме опыта, создавали необходимую плотность двудольных сорняков (0; 5; 10; 15; 25; 50 шт/м^2 и естественное засорение) путем удаления лишних растений в фазе кущения озимого тритикале весной, в соотношении: 60 % – сорняки верхнего яруса (ромашка непахучая (*Tripleurospermum inodorum* Sch. Bip.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.) и 40 % – сорняки нижнего яруса (пастушья сумка (**C***apsella bursa–pastoris* (L.) Medi**к.)**, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), фиалка полевая, (*Viola arvensis* Murr.*),* незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill). Сформированное количество сорняков поддерживали на протяжении всего периода вегетации. Перед уборкой урожая сорняки вырывали и взвешивали по видам. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [2]. Порог вредоносности определяли путем сравнения достоверности снижения урожайности культуры в вариантах с различной плотностью сорных растений к контролю с ручной прополкой.

Почва опытного поля дерново–подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,2–2,49 %; pH – 6,24–6,7; P_2O_5 – 449–528; K_2O – 306–334 мг/кг почвы. Агротехника возделывания озимого тритикале – общепринятая для Беларуси. Предшественник в 2016 гг. – яровая пшеница, 2017 и 2018 г. – озимый рапс. Минеральные удобрения вносили в предпосевную культивацию осенью из расчета $N_{30}P_{90}K_{110}$ (по д.в.), ранневесенняя подкормка – N_{70}.

Результаты исследований. На основании проведенных исследований установлено, что чем больше сорняков произрастает в посеве, тем большую вегетативную массу они формируют, и в соответствии с этим возрастает отрицательное воздействие на урожай. Так, при произрастании в посеве 10 сорных растений их вегетативная масса составила 30,6–45,1 г/м^2, при 15 – 36,2–55,8 г/м^2, 25 – 46,7–77,6 г/м^2, 50 – 93,8–135,3 г/м^2, при естественном засорении (79,7–182,2 шт/м^2) – 174,8–288,2 г/м^2 (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние степени засоренности посевов однолетними двудольными зимующими сорными растениями на урожайность озимого тритикале (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорных растений, шт/м^2	Масса сорных растений, г/м^2	Урожайность, ц/га	Потери урожая	
			ц/га	%
2016 г.				
0	0	43,7	–	–
5	23,1	42,4	1,3	3,0
10	45,1	41,6	2,1	4,8
15	55,8	38,2	5,5	12,6
25	68,0	37,4	6,3	14,4
50	105,0	33,3	10,4	23,8
Естественное засорение (121,2)	199,0	30,2	13,4	30,9
$НСР_{05}$		6,6		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 26,8				
2017 г.				
0	0	77,6	–	–
5	20,8	72,4	5,2	6,7
10	38,9	71,5	6,1	7,8
15	46,6	69,9	7,7	9,9
25	77,6	67,7	9,9	12,8
50	135,3	62,7	14,9	19,2
Естественное засорение (79,7)	288,2	58,6	19,0	24,5
$НСР_{05}$		9,8		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 24,5				
2018 г.				
0	0	47,4	–	–
5	28,6	42,7	4,7	9,9
10	30,6	40,1	7,3	15,4
15	36,2	37,9	9,5	16,3
25	46,7	35,8	11,6	24,5
50	93,8	32,9	14,5	30,6
Естественное засорение (182,2)	174,8	31,8	15,6	32,9
$НСР_{05}$		12,0		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 28,4				

При численности сорных растений 5 шт/м^2 урожай зерна озимого тритикале снижается на 1,3–5,2 ц/га или (3,0–9,9 %); 10 шт/м^2 – на 2,1–7,3 ц/га (4,8–15,4 %). При произрастании 15 сорных растений на м^2 средняя урожайность зерна озимого тритикале уменьшалась на 5,5–9,5 ц/га (9,9–16,3 %); 25 шт/м^2 – на 6,3–11,6 ц/га (12,8–24,5 %). Если в посевах культуры численность сорных растений составляет 50 шт/м^2,

потери урожая увеличиваются до 10,4–14,9 ц/га (19,2–30,6 %); при естественном засорении (79,7–182,2 шт/м^2) – на 13,4–19,0 ц/га (24,5–32,9 %).

В результате проведенных исследований установлено негативное влияние сорняков на урожайность озимого тритикале. Линейная функция является наиболее удачной для выражения связи между засоренностью посевов и урожайностью сельскохозяйственных культур. Она отражает связь между этими показателями и отличается от других математических моделей простотой вычислений и логической интерпретацией полученных результатов [6].

Зависимость между урожайностью озимого тритикале и засоренностью посева может быть описана с помощью уравнения регрессии:

$$Y = a - b \times X,$$

где Y – урожайность озимого тритикале при данной засоренности, ц/га;

a – максимально возможная урожайность при полном отсутствии сорных растений в посеве, ц/га;

b – коэффициент вредоносности сорных растений, показывающий изменение урожайности культуры при изменении засоренности на единицу;

X – показатель засоренности на единицу площади, шт/м^2 (г/м^2).

Согласно данному уравнению величина вреда, причиняемого сорняками урожаю озимого тритикале, прямопропорциональна степени засоренности посева (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость урожайности озимого тритикале от численности и массы сорных растений (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год исследования	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент детерминации, R^2
Зависимость урожайности озимого тритикале от численности сорных растений			
2016	$Y_1 = 43{,}1 – 0{,}207X_1$	–0,969	0,939
2017	$Y_1 = 74{,}9 – 0{,}262X_1$	–0,951	0,904
2018	$Y_1 = 44{,}0 – 0{,}257X_1$	–0,903	0,815
Зависимость урожайности озимого тритикале от массы сорных растений			
2016	$Y_2 = 44{,}5 – 0{,}103X_2$	–0,971	0,944
2017	$Y_2 = 75{,}7 – 0{,}101X_2$	–0,972	0,944
2018	$Y_2 = 45{,}5 – 0{,}153X_2$	–0,920	0,846

Примечания: 1. Y_1, Y_2 – урожайность озимого тритикале при данной засоренности, ц/га; 2. X_1 – численность, шт/м^2 и X_2 – масса сорных растений, г/м^2.

Коэффициент вредоносности различается по годам проведения исследований и связан с величиной урожайности озимого тритикале. В 2017 г. при урожайности зерна 77,6 ц/га, его величина составила 0,262, т.е. наличие одного сорного растения на м^2 уменьшило урожайность зерна на

0,262 ц/га. В 2016 и 2018 гг. при урожайности 43,7 и 47,4 ц/га, коэффициент вредоносности был меньше и составил 0,207 и 0,257 (таблица 2).

Более тесная обратная связь была выявлена между массой сорных растений и урожайностью озимого тритикале. Увеличение массы одного сорняка на 1 г/м^2 снижало урожайность культуры на 0,101-0,153 ц/га (2016-2018 гг.).

Однако, математический анализ урожайности зерна озимого тритикале и количества сорняков в посевах показал, что между ними наблюдается тесная обратная зависимость. Коэффициент корреляции по численности составил – 0,903–0,969, по массе – 0,920–0,972. Коэффициент детерминации (R^2) показывает долю (%) изменений урожайности зерна озимого тритикале в зависимости от степени засоренности. Снижение урожайности тритикале на 82–94 % зависит от численности сорных растений и на 85–94 % – от массы.

В агроценозе озимого тритикале нами была определена степень взаимосвязи численности сорных растений с их вегетативной массой. Установлено, что между численностью сорняков и сформированной ими массой в посевах озимого тритикале наблюдается линейная положительная регрессионная зависимость. Коэффициент детерминации показывает, что в посевах озимого тритикале в 92–99 % случаев масса сорных растений определялась их численностью, что позволяет использовать показатель численности при определении порога вредоносности.

На основании дисперсионного анализа рассчитаны пороги вредоносности однолетних двудольных сорных растений: в 2016 г. порог вредоносности составляет – 26,8 шт/м^2, в 2017 г. – 24,5, 2018 г. – 28,4 шт/м^2.

Выводы. Установлен коэффициент вредоносности сорных растений, показывающий изменение урожайности культуры при изменении засоренности на единицу, он составил 0,207–0,262 по численности и 0,101–0,153 по массе. Биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах озимого тритикале составляет 26±2 сорняка на м^2 в зависимости от погодных условий (в засушливые годы – 26 шт/м^2, во влажные – 28 шт/м^2). При засоренности посевов озимого тритикале выше порога вредоносности рекомендуется химическая прополка культуры с учетом спектра действия гербицидов.

Список литературы

1. Алабушев, В.А. Методика изучения критериев конкуренции и порогов вредоносности сорняков в посевах полевых культур / В.А. Алабушев, А.Ф. Збраилов // Приемы повышения урожайности с.–х. культур: сб. ст. / Донской СХИ. – Персияновка, 1980. – Т. 15, вып. 1. – С.77–81.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Засоренность агроценозов Беларуси в 1996–2000 гг., прогноз засоренности, потерь урожая и обоснование ассортиментов гербицидов в 2001 г. / С.В. Сорока [и др.] // Обзор распространение вредителей, болезней и сорняков среди культур в 2000 г. и прогноз появления в 2001 г. в Республике Беларусь. – Минск, 2001. – С. 107–114.

4. Захаренко, В.А. Оптимальное распределение гербицидов / В.А. Захаренко // Защита растений. – 1983. – № 2. – С. 26–27.

5. Захаренко, В.А. Экономика интегрированной борьбы с сорняками: обзор. Информ./ В.А. Захаренко / ВАСХНИЛ ВНИИ информ. и техн.– экон. исслед. по сел. хоз–ву. – М., 1981. – 58 с.

6. Захаренко, В.А. Экономические аспекты применения гербицидов в растениеводстве / В.А. Захаренко // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 26–34.

7. Захаренко, В.А. Экономичность гербицидов в интенсивном земледелии / В.А. Захаренко // Защита растений. – 1980. – № 11. – С. 28–29.

8. Защита яровых зерновых культур от сорных растений / Л.И. Сорока [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1: приложение. – С. 37–42.

9. Земледелие: учеб. пособие для вузов / С.А. Воробьев [и др.]; под ред. С.А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.

10. Мельников, Н.Н. Химические средства защиты растений: справочник / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, Т.Н. Пылова. – М.: Химия, 1995. – 756 с.

11. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г.С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.

12. 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: 06.01.11 / К.П. Паденов; БелНИИ земледелия. – Жодино, 1988. – 47 с.

13. Паденов, К.П. Методика учета засоренности посевов сельскохозяйственных культур и почвы при проведении научно–исследовательских работ, разработка и усовершенствование интегрированных систем борьбы с сорными растениями и картирование засоренности пахотных земель / К.П. Паденов. – Минск – Прилуки, 1998. – 28 с.

14. 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 / Белорус. НИИ науч.– техн. информации).

15. Паллут, Б. Эффективность гербицидов для сокращения рабочего времени в свекловодстве / Б. Паллут, Х. Грюнцель // Проблемы и задачи эффективного применения агрохимикатов в растениеводстве: тез. докл. науч. конф., Лейпциг, 4–6 июня 1979. – Лейпциг, 1979. – С. 43–44.

16. Пороги вредоносности однолетних двудольных (зимующих) сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / С.В. Сорока [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 2 (69). – С. 56–60.

17. Расиньш, А.П. Экономический порог вредоносности сорняков и применения гербицидов – регуляторов роста в посевах зерновых / А.П., Расиньш, М.П. Тауриня // Наука – сельскому хозяйству. – Рига, 1979. – С. 20–22.

18. Самерсов, В.Ф. Экологические аспекты в применении средств защиты растений / В.Ф. Самерсов // Экологизация интенсивных технологий в растениеводстве и животноводстве. – Горки, 1990. – С. 7–27.

19. Сорока, Л.И. Мониторинг засоренности посевов озимого пшеницы в Республике Беларусь / Л.И. Сорока, В.А. Подлужная // Защита растений в традиционном и экологическом земледелии в рамках проекта «Укрепление региональных возможностей применения экологических технологий в интегрированных системах борьбы с вредите-

лями»: материалы международной научной конференции, Кишинев,10–12 дек. 2018 г. / Институт генетики, физиологии и защиты растений; редкол. V. Botnari [и др.]. – Кишинев, 2018. – С. 113–115.

20. Сорока, С.В. Биологическое обоснование рационального применения гербицидов в посевах озимого пшеницы в Белорусской ССР: автореф. дис. ... канд. с.–х. наук: 06.01.01 / С.В. Сорока; БелНИИ земледелия. – Жодино, 1990. – 21 с.

21. 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.

22. Якимович, Е.А. Биологическое обоснование химической защиты посевов проса от сорных растений: автореф. дис. … канд. с.–х. наук: 06.01.11 / Е.А. Якимович; РУП «Ин–т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р–н., 2006. – 20 с.

23. Koch, W. Die Unkrautproblematik in Abhangigkeit von naturlichen und gesellschaftlichen Gegebenheiten / W. Koch, M. Kunisch // Z. Pflanzenkrnkh. – 1990. – Bd 97, № 2. – S. 142–153.

N.V. Kabzar, S.V. Soroka, L.I. Soroka,
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

THRESHOLDS OF HARMFULNESS OF ANNUAL DICOTYLEDONOUS WINTER WEED PLANTS IN WINTER TRITICALE CROPS

Annotation. The article presents the results of studies to determine the biological threshold of harmfulness of annual dicotyledonous weeds in winter triticale crops. It has been determined that there is a close inverse correlation between the indicators of weed infestation (the number and weight of weeds) and winter triticale grain yield. The pattern is confirmed, the more weed plants grow in crops, the more vegetative mass they form, and in accordance with this, the negative impact on the crop increases. So, with the growth of 5 weeds in crops, the crop losses are 3,0-9,9 %; 10 pcs/m^2 – for .8-15,4 %; 15 pcs/m^2 – 9,9-16,3 %; 25 pcs/m^2 – 12,8-24,5 %; 50 pcs/m^2 - 19,2-30,6 %. The determination coefficient (R^2) shows that a decrease in winter triticale yield for 82-94 % depends on the number of weeds and for 85–94 % on the weight. The biological threshold of annual dicotyledonous weeds harmfulness, at which a significant winter triticale grain yield decrease has made 26 ± 2 weeds per m^2 depending on weather conditions (in dry years – 26 pcs/m^2, in wet years – 28 pcs/m^2).

Key words: winter triticale, weeds, threshold of harmfulness, severity coefficient, yield, yield loss.

УДК 632.954:633.15:632.51

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА АДЕНГО, КС И ЕГО БАКОВЫХ СМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. В статье излагаются результаты изучения применения гербицида Аденго, КС (тиенкарбазон-метил, 90 г/л + изоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамид /антидот/, 150 г/л) и его баковых смесей на засоренность посевов при внесении в разные фазы кукурузы. В 2018 г. эффективность довсходового применения гербицида Аденго, КС в норме 0,4 л/га составила 98,8 %, в фазе всходы (шильца) кукурузы – 98,8 %; в фазе 2-3 листьев культуры – 99,2 %; в фазе 4-5 листьев культуры – 94,6 %, соответственно. В результате снижения засоренности сохраненный урожай зерна кукурузы составил 79,5-92,0 ц/га. Баковая смесь Аденго, КС (0,3 л/га) + Балерина, СЭ (0,2 л/га) снизила засоренность посевов кукурузы на 99,0 %, урожай зерна составил 113,3 ц/га.

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

Введение. Защита кукурузы от сорной растительности осложняется комплексной засоренностью посевов. Преобладающими группами являются однолетние и многолетние однодольные, а также малолетние двудольные сорные растения. Различия в биологии сорняков не позволяют применять универсальные приемы их контроля, в том числе гербициды [1]. Послевсходовые противозлаковые препараты на основе действующих веществ римсульфурон и никосульфурон, которые наиболее широко применяются в посевах кукурузы на территории республики, эффективны против сорных растений в течение небольшого интервала времени, кроме того, они не оказывают действия на последующие волны сорняков, тогда как почвенные гербициды отличаются профилактической направленностью. Однако не все почвенные гербициды подавляют многолетние сорняки, кроме этого, для получения максимальной биологической эффективности против сорных растений необходимым условием является достаточная влажность почвы.

В посевах кукурузы на территории республики как до проведения защитных мероприятий, так и после прополок доминируют малолетние сорняки просо куриное и марь белая. В 2018 г. засоренность посевов просом куриным составила 134,3 шт/м^2 (44,4 % от общего количества сорных растений) до внесения гербицидов и 14,0 шт/м^2 (26,6 %) после,

мари белой – 46,8 (15,5 %) и 11,4 шт/м^2 (21,7 %), соответственно. Высокая засоренность этими видами обусловлена разными причинами: у проса куриного всходы могут появляться в течение всего периода вегетации, марь белая отличается огромной семенной продуктивностью и высокой гетерогенностью семян по продолжительности периода покоя [2]. Кроме проса куриного и мари белой, в посевах кукурузы до проведения прополок преобладают пырей ползучий (33,2 стеблей/м^2), виды горца (16,9 шт/м^2), фиалка полевая (14,0 шт/м^2), паслен черный (10,5 шт/м^2), пастушья сумка (9,4 шт/м^2), дрема белая (5,1 шт/м^2), ромашка непахучая (4,6 шт/м^2) и др. При доминировании в посевах однолетних сорняков целесообразно применение гербицидов почвенного действия.

Целью наших исследований было изучение эффективности гербицида Аденго, КС (тиенкарбазон-метил, 90 г/л + изоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамид (антидот), 150 г/л) АО «Байер АГ», Германия при внесении в разные фазы культуры в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми, однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорными растениями.

Методика исследований. В 2017-2018 гг. на опытном поле института закладывались полевые опыты по изучению эффективности гербицида Аденго, КС. Исследования проводились в соответствии с «Методическими указаниями…» [3]. Агротехника возделывания кукурузы общепринятая для Центральной зоны Республики Беларусь. Норма высева – 100 тысяч всхожих зерен/га, ширина междурядий 70 см. Посев проводился в 2017 г. – 18 мая (гибрид Гарни КС), в 2018 г. – 3 мая (гибрид Исбери). Повторность опыта четырехкратная, площадь учетной делянки – 20 м^2, расположение делянок рендомизированное. Гербициды применяли методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Гербицид Аденго, КС применяли в разные фазы развития кукурузы и сорных растений: до всходов культуры, в фазе всходы (шильца), в фазе 2-3 и 4-5 листьев культуры. Перед внесением гербицидов в фазе 2-3 и 4-5 листьев культуры проведены количественные учеты засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений в посевах кукурузы. В период применения Аденго, КС в фазе 2-3 листьев культуры фаза развития малолетних двудольных сорняков - 2-4 настоящих листа, однолетних злаковых – кущение, осота полевого и бодяка полевого – розетка, высота пырея ползучего - 10-15 см, в фазе 4-5 листьев культуры - малолетние двудольные сорняки – 4-6 настоящих листьев, однолетние злаковые – кущение, пырей ползучий – высота 10-15 см, осот полевой и бодяк полевой – розетка. Количественно-весовые учеты засоренности проводились через 30 и 60 дней после внесения гербицидов. За

ростом и развитием растений проводились фенологические наблюдения. Данные обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. При всех сроках применения гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) полностью погибли в посеве однолетние двудольные сорняки звездчатка: средняя, ромашка непахучая, василек синий, горец шероховатый, пастушья сумка, пикульник обыкновенный, ярутка полевая, галинсога мелкоцветная, а также падалица рапса.

При довсходовом применении гербицида Аденго, КС в норме 0,4 л/га гибель сорных растений через 30 дней после обработки составила 90,2-98,0 %, снижение их массы – 93,5-98,8 %. Аденго, КС эффективно уничтожал доминирующие в посеве марь белую и просо куриное, их вегетативная масса уменьшилась на 97,4-100 % и 95,9-99,7 %, соответственно. Изучаемый гербицид подавлял рост и развитие многолетнего злакового сорняка пырея ползучего, масса стеблей которого снизилась на 76,5-97,8 % по отношению к варианту без применения гербицидов.

Равнозначное действие на сорные растения оказывал гербицид Аденго, КС (0,4 л/га) при внесении в фазе всходы (шильца), так количество сорных растений снизилось на 97,6 %, их масса – на 98,8 %. Гибель мари белой составила 98,8 %, проса куриного – 98,5 %, пырея ползучего – 94,7 %, бодяка полевого – 80,0 %, горца вьюнкового – 100 %.

Наиболее эффективным было внесение Аденго, КС в норме 0,4 л/га при применении в фазе 2-3 листьев культуры, гибель сорняков через 30 дней после обработки составила 97,2 %, масса снизилась на 99,2 %. Из сорных растений на делянках данного варианта присутствовали единичные экземпляры проса куриного, пырея ползучего и подмаренника цепкого. Вегетативная масса проса куриного уменьшилась на 98,4 %, пырея ползучего – на 95,1 %, бодяка полевого и горца вьюнкового – на 100 %.

Высокая биологическая эффективность против сорных растений получена в варианте с применением гербицида Аденго, КС в норме 0,35 л/га, численность которых снизилась на 96,1 %, масса - на 98,4 %. По сравнению с более высокой нормой внесения Аденго, КС – 0,4 л/га при применении гербицида в норме 0,35 л/га незначительно снизилась эффективность против пырея ползучего, вегетативная масса которого уменьшилась на 91,2 %. Кроме пырея ползучего на делянках отмечалось наличие растений горца вьюнкового (гибель 83,3 %), проса куриного (гибель 98,5 %) и подмаренника цепкого (91,4 %).

В 2017 г. для подавления более широкого спектра сорной растительности, включая и многолетние сорные растения, вносили баковую смесь с использованием гербицида на основе действующего вещества римсульфурон, эффективного против однолетних и многолетних злаковых сорняков. В результате применения баковой смеси Аденго, КС

(0,4 л/га) + Эскудо, ВДГ (20 г/га) гибель всех сорных растений составляла 93,5 % при уменьшении вегетативной массы на 98,2 %. Снижение массы проса куриного составляло 99,1 %, пырея ползучего – 95,5 %, мари белой – 100 %, горца вьюнкового – 96,9 %.

При внесении гербицида в фазе 4-5 листьев культуры Аденго, КС (0,4 л/га) уничтожал однолетние и многолетние сорные растения, их гибель составила 89,9-97,0 %, снижение массы – 94,6-97,1 %. Количество стеблей пырея ползучего уменьшилось на 80,8-83,1 %, их масса – на 80,3-90,0 % по отношению к варианту без применения гербицидов. Из многолетних двудольных гербицид подавлял осот полевой, его вегетативная масса снизилась на 94,3 %. Эффективность против горца вьюнкового составила 100 %.

Применение баковой смеси Аденго, КС (0,4 л/га) + Балерина, СЭ (0,2 л/га) усилило эффективность действия на сорные растения незначительно, так как в момент обработки посевов почва была достаточно влажная, после внесения препаратов также было достаточно влаги, что положительно сказалось на биологической эффективности и длительности гербицидного действия Аденго, КС (0,4 л/га) в чистом виде. В 2018 г. Аденго, КС применялся в баковой смеси в норме 0,3 л/га, поэтому по сравнению с нормой 0,4 л/га несколько ниже была эффективность против пырея ползучего. Снижение вегетативной массы пырея ползучего составило 93,6 % при применении Аденго, КС в норме 0,4 л/га и 81,8 % при внесении в норме 0,3 л/га. Общая эффективность применения баковых смесей была на уровне 98,7-99,0 % (таблица 1).

Учет засоренности через 60 дней после обработки показал, что биологическая эффективность применяемых в опыте гербицидов и баковых смесей не снизилась, по сравнению с первым учетом, и составила 84,7-96,1 % при внесении Аденго, КС в чистом виде и 93,6-97,6 % при применении баковых смесей гербицидов (таблица 2).

В результате снижения засоренности получена урожайность зерна кукурузы в 2017 г. в вариантах с применением Аденго, КС – 75,2-78,6 ц/га, баковых смесей гербицидов – 70,2-72,9 ц/га, в 2018 г. – 83,4-104,1 и 113,3 ц/га, соответственно.

По результатам исследований 2017-2018 гг. расширены регламенты применения гербицида Аденго, КС, препарат включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты посевов кукурузы от однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных сорных растений при применении в фазе всходы (шильца) и 4-5 листьев культуры.

Таблица 1 – Влияние сроков применения гербицида Аденго, КС и его баковых смесей на засоренность посевов кукурузы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Снижение вегетативной массы через 30 дней после обработки, % к варианту без применения гербицидов						
	мари белой	проса куриного	пырея ползучего	звездчатки средней	горца вьюнкового	ромашки непахучей	всех сорняков
2017 г.							
Довсходовое применение							
Вариант без применения гербицидов*	889,0	616,0	217,0	68,0	118,0	15,0	2855,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	100	95,9	76,5	100	84,7	100	93,5
В фазе 2-3 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов*	1324,0	530,0	134,0	102,0	254,0	68,0	3682,0
Аденго, КС + Эскудо, ВДГ - 0,4 л/га + 20 г/га	100	99,1	95,5	100	96,9	100	98,2
В фазе 4-5 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов*	1000,0	855,0	220,0	25,0	89,0	58,0	3431,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	97,4	100	90,0	100	100	100	97,1
Аденго, КС + Балерина, СЭ – 0,4 + 0,2 л/га	100	100	93,6	100	100	100	98,7
2018 г.							
Довсходовое применение							
Вариант без применения гербицидов*	1381,0	981,0	182,0	181,0	344,0	104,0	4020,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	97,4	99,7	97,8	100	100	100	98,8
В фазе всходы (шильца) культуры							
Аденго, КС - 0,4 л/га	99,0	98,7	96,2	100	100	100	98,8
В фазе 2-3 листьев культуры							
Аденго, КС - 0,35 л/га	100	98,8	91,2	100	93,0	100	98,4
Аденго, КС - 0,4 л/га	100	98,4	95,1	100	100	100	99,2
В фазе 4-5 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов	1309,0	974,0	66,0	63,0	211,0	162,0	3757,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	87,0	98,2	80,3	100	100	100	94,6
Аденго, КС + Балерина, СЭ – 0,3 + 0,2 л/га	100	97,4	81,8	100	100	100	99,0

*** В варианте без применения гербицидов - масса сорных растений, г/м².**

Таблица 2 – Влияние сроков применения гербицида Аденго, КС и его баковых смесей на засоренность посевов кукурузы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Снижение вегетативной массы через 60 дней после обработки, % к варианту без применения гербицидов						
	марии белой	проса куриного	пырея ползучего	звездчатки средней	горца вьюнкового	ромашки непахучей	всех сорняков
2017 г.							
Довсходовое применение							
Вариант без применения гербицидов*	1921,0	1197,0	353,0	218,0	147,0	18,0	5707,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	99,1	97,2	91,8	100	97,2	100	92,8
В фазе 2-3 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов*	1059,0	1164,0	144,0	44,0	128,0	40,0	3597,0
Аденго, КС + Эскудо, ВДГ - 0,4 л/га + 20 г/га	100	98,6	86,1	100	89,1	100	94,7
В фазе 4-5 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов	1338,0	709,0	274,0	159,0	110,0	61,0	4089,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	98,8	100	64,2	100	91,8	100	96,1
Аденго, КС + Балерина, СЭ – 0,4 + 0,2 л/га	100	100	83,6	100	100	100	97,6
2018 г.							
Довсходовое применение							
Вариант без применения гербицидов*	2404,0	1426,0	129,0	352,0	194,0	485,0	6682,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	96,5	94,0	55,8	100	69,1	100	95,6
В фазе всходы (шильца) культуры							
Аденго, КС - 0,4 л/га	100	97,3	85,3	100	89,2	100	93,9
в фазе 2-3 листьев культуры							
Аденго, КС - 0,35 л/га	98,5	88,3	85,3	100	25,3	100	91,7
Аденго, КС - 0,4 л/га	96,0	91,2	89,1	100	7,7	100	92,3
В фазе 4-5 листьев культуры							
Вариант без применения гербицидов*	2265,0	1166,0	87,0	257,0	149,0	328,0	5658,0
Аденго, КС - 0,4 л/га	70,2	89,5	90,8	100	90,8	100	84,7
Аденго, КС + Балерина, СЭ – 0,3 + 0,2 л/га	97,1	86,2	86,2	100	89,3	100	93,6

*** В варианте без применения гербицидов - масса сорных растений, г/м²**

Список литературы

1. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В.А. Щербакова. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 199 с.

2. Николаева, Н.Г. Вредоносность сорняков / Н.Г. Николаева, С.С. Ладан // Земледелие. – 1998. – №1. – С. 20–22.

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

S.A.Kolesnk, A.V. Stashkevich, L.I. Soroka, N.S. Stashkevich
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

EFFICIENCY OF HERBICIDE ADENGO, SC AND ITS TANK MIXTURES DEPENDING ON APPLICATION PERIODS IN CORN CROPS

Annotation. In the article the results of studying the herbicide Adengo, SC (thiencarbazon-methyl, 90 g/l + isoxaflutol, 225 g/l + cyprosulphamide /antidote/, 150 g/l) and its tank mixtures on crops weed infestation by application at different corn stages are stated. In 2018 the efficiency of pre-emergent herbicide Adengo, SC application at the rate of 0,4 l/ha has made 98,8 %, at corn seedlings (awls) stage – 99,2 %; at 4-5 leaves of the crop -94,6 %, accordingly. As a result of weed infestation decrease the preserved corn seed yield has made 79,5-92,0 cwt/ha. The tank mixture of Adengo, SC (0,3 l/ha) + Ballerina, ES (0,2 l/ha) has decreased corn crops weed infestation for 99,0 %, corn yield has made 113,3 cwt/ha.

Key words: corn, weed plants, herbicide, efficiency.

УДК 632.954:633.15:632.51

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ РИМСУЛЬФУРОНА И НИКОСУЛЬФУРОНА В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. В статье излагаются результаты изучения применения гербицидов Балансир, МД (римсульфурон, 62,5 г/л); Хорс, ВДГ (никосульфурон, 750 г/кг); Гетман, ВДГ (никосульфурон, 500 г/кг + римсульфурон, 250 г/кг) на засоренность посевов кукурузы при внесении в фазе 2-6 листьев культуры. Эффективность изучаемых гербицидов против проса куриного была на уровне 93-99 %. Вегетативная масса стеблей пырея ползучего уменьшалась на 96-100 % при применении гербицидов Балансир, МД; Хорс, ВДГ; Гетман, ВДГ в высшей норме. Из однолетних двудольных Балансир, МД; Хорс, ВДГ и Гетман, ВДГ эффективно подавляли ромашку непахучую, звездчатку среднюю и подмаренник цепкий.

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

Введение. В агрофитоценозах кукуруза считается одним из наиболее слабых конкурентов сорных растений. Она более чем в 10 раз уступает озимым колосовым культурам в угнетении сорняков [1]. Наиболее вредоносными видами считаются сорняки, биологические циклы развития которых совпадают с кукурузой. Время появления всходов, ритм роста и развития, потребность в соотношении питательных элементов у злаковых сорняков более сходны с кукурузой, чем у двудольных [2]. Видов злаковых сорняков в посевах кукурузы немного, но численность некоторых из них значительна. Наиболее распространены в республике на кукурузных полях просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) и пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), реже встречаются щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), росичка кроваво-красная (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) и лисохвост коленчатый (*Alopecurus geniculatus* L.). В 2018 г. засоренность посевов просом куриным составила 134,3 шт/м^2 (44,4 % от общего количества сорных растений) до внесения гербицидов и 14,0 шт/м^2 (26,6 %) после, пырея ползучего – 33,2 стеблей/м^2 (11,0 %) и 2,7 (5,1 %), соответственно.

Высокая засоренность просом куриным обусловлена разными причинами: огромная семенная продуктивность (максимальная пло-

довитость 60000 зерновок, которые прорастают с глубины не более 12-14 см и сохраняют жизнеспособность до 13 лет, причем недозрелые зерновки жизнеспособнее свежесозревших), всходы могут появляться в течение всего периода вегетации [3]. Биологический порог вредоносности проса куриного в посевах кукурузы на зерно – 8-10 шт/м^2, на зеленую массу – 14-16 шт/м^2, пырея ползучего –16 и 28 стеблей/м^2, соответственно [4, 5]. Пырей ползучий – широко известный и самый трудноискоренимый, корневищный многолетний сорняк. Основная масса корневищ расположена на глубине пахотного слоя почвы. Разлагающиеся остатки пырея токсичны для последующих культур [6]. Значительная засоренность посевов кукурузы пыреем ползучим способствует массовому распространению вредителей (щелкунов) [7].

При доминировании в посевах злаковых сорных растений целесообразно применение гербицидов на основе действующих веществ римсульфурон и никосульфурон. Целью наших исследований было изучение эффективности гербицидов Балансир, МД (римсульфурон, 62,5 г/л) ООО «Франдеса», Беларусь; Хорс, ВДГ (никосульфурон, 750 г/кг), ООО «Агро Эксперт Груп», Россия; Гетман, ВДГ (никосульфурон, 500 г/кг + римсульфурон, 250 г/кг), ЧТУП «Умная химия», Беларусь при внесении в фазе 2-6 листьев культуры в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорными растениями.

Материалы и методы исследований. В 2015-2016 гг. на опытном поле института закладывались полевые опыты по изучению эффективности гербицида Балансир, МД, в 2017-2018 гг. – Хорс, ВДГ и Гетман, ВДГ. Исследования проводились в соответствии с «Методическими указаниями…» [8]. Агротехника возделывания кукурузы общепринятая для Центральной зоны Республики Беларусь. Норма высева – 100 тысяч всхожих зерен/га, ширина междурядий - 70 см. Посев проводился в 2015 г. – 5 мая (гибрид ЛГ 3214), в 2016 г. – 5 мая (гибрид Гарни КС), в 2017 г. – 18 мая (гибрид Гарни КС), в 2018 г. – 3 мая (гибрид Исбери). Повторность опыта четырехкратная, площадь учетной делянки - 20 м^2, расположение делянок рендомизированное. Гербициды применяли методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Гербициды применяли в фазе 2-6 листьев культуры, фаза развития малолетних двудольных сорняков – 2-4 настоящих листа, однолетних злаковых – кущение, осота полевого и бодяка полевого – розетка, высота пырея ползучего - 10-15 см. Перед внесением гербицидов проведены количественные учеты засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений в посевах кукурузы.

Количественно-весовой учет засоренности проводился через 30 дней после внесения гербицидов, через 60 дней после обработки – количественный учет. За ростом и развитием растений проводились фенологические наблюдения. Данные обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2015-2016 гг. при проведении исследований по изучению эффективности гербицида Балансир, МД (0,16 л/га; 0,2 л/га) общая гибель сорных растений через 30 дней после обработки составила 75,6-78,6 %, их масса снизилась на 74,1-78,5 % (таблица 1). Изучаемый гербицид эффективно подавлял злаковые и некоторые двудольные сорняки. Вегетативная масса проса куриного уменьшилась на 97,7 %, пырея ползучего – на 82,3-93,4 %, ромашки непахучей – 84,9-93,7 %, звездчатки средней – 97,8-98,0 %, подмаренника цепкого – на 83,4-100 %. Мятлик однолетний погиб полностью. Балансир, МД в норме внесения 0,2 л/га действовал на многолетний двудольный сорняк осот полевой, вегетативная масса которого снизилась на 84,6 % по отношению к варианту без применения гербицидов. Слабее гербицид подавлял марь белую (гибель 59,9-61,4 %, снижение массы - 58,4-68,5 %).

Учет засоренности через 60 дней после обработки показал, что биологическая эффективность гербицида Балансир, МД (0,16 л/га; 0,2 л/га) не снизилась по сравнению с первым учетом, гибель сорных растений составила 76,0-82,4 %. Количество растений проса куриного уменьшилось на 96,9-98,2 %, стеблей пырея ползучего - на 83,6-90,0 %. Гибель мари белой составила 50,3-69,4 %. В результате снижения засоренности сохраненный урожай в вариантах с внесением гербицида Балансир, МД составил 37,1-54,5 ц/га и 46,8 ц/га - в эталонном варианте.

Для повышения эффективности против мари белой к гербициду Балансир, МД в норме 0,2 л/га добавляли Метеор, СЭ (0,6 л/га). Марь белая, звездчатка средняя, ромашка непахучая и подмаренник цепкий полностью погибли в посеве. Вегетативная масса проса куриного снизилась на 99,8 %, пырея ползучего - на 95,5 % (таблица 1).

В 2017-2018 гг. проводили исследования по изучению эффективности гербицида Хорс, ВДГ в нормах внесения 80 г/га и 100 г/га, а также в нормах 50 г/га и 60 г/га в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га). Хорс, ВДГ (80 г/га; 100 г/га) эффективно подавлял злаковые сорняки просо куриное и пырей ползучий. Вегетативная масса проса куриного уменьшилась на 93,0-94,5 %, пырея ползучего – на 89,6-96,8 %. Эффективность против ромашки непахучей составила 97,5-98,2 %, звездчатки средней – 91,5-99,3 %, подмаренника цепкого – 99,4 %, горца вьюнкового 97,1-98,4 %, пастушьей сумки – 100 %. Устойчивой к действию гербицида Хорс, ВДГ оказалась марь белая, ее гибель

составила 66,6-75,7 %, снижение массы – 44,4-70,2 %. Гибель всех сорных растений через 30 дней после внесения Хорс, ВДГ (80; 100 г/га) составила 75,9-81,4 %, их масса снизилась на 76,6-84,6 % (таблица 1). В 2018 г. гербицид подавлял рост и развитие многолетнего двудольного сорняка бодяка полевого, вегетативная масса которого уменьшилась на 92,0-100 % по отношению к варианту без применения гербицидов.

Таблица 1 – Влияние применения гербицидов и их баковых смесей на засоренность посевов кукурузы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Снижение вегетативной массы через 30 дней после обработки, % к варианту без применения гербицидов						
	проса куриного	пырея ползучего	мари белой	ромашки непахучей	звездчатки средней	подмаренника цепкого	всех сорняков
Среднее за 2015-2016гг.							
Вариант без применения гербицидов*	136,0	201,0	660,5	165,5	270,5	19,0	3419,0
Титус, 25 % с.т.с. + ПАВ Тренд 90 – 50 г/га + 0,2 л/га (эталон)	98,2	92,5	76,4	98,3	100	100	80,5
Балансир, МД - 0,16 л/га	97,7	82,3	58,4	93,7	97,8	83,4	74,1
Балансир, МД - 0,2 л/га	97,7	93,4	68,5	84,9	98,0	100	78,5
Балансир, МД + Метеор, СЭ – 0,2 л/га + 0,6 л/га	99,8	95,5	100	100	100	100	96,9
Среднее за 2017-2018гг.							
Вариант без применения гербицидов*	643,5	115,3	881,3	78,0	43,8	47,8	2770,0
Никоган, МД – 1,5 л/га (эталон)	95,2	91,7	82,4	96,1	92,9	94,2	89,6
Хорс, ВДГ - 80 г/га	93,0	89,6	44,4	97,5	91,5	99,4	76,6
Хорс, ВДГ - 100 г/га	94,5	96,8	70,2	98,2	99,3	99,4	84,6
Хорс, ВДГ + Ассолюта, МК – 100 г/га + 0,6 л/га	99,4	96,5	100	100	100	100	96,7
Среднее за 2017-2018 гг.							
Вариант без применения гербицидов*	805,5	70,5	963,3	188,3	141,8	78,8	2892,0
Гетман, ВДГ + ПАВ 200 – 30 г/га + 0,2 л/га	99,6	100	24,5	100	100	100	78,6
Гетман, ВДГ + ПАВ 200 – 40 г/га + 0,2 л/га	98,9	100	40,6	99,0	100	100	81,5

*** В варианте без применения гербицидов - масса сорных растений, г/м^2.**

Через 60 дней после обработки биологическая эффективность применяемых в опыте гербицидов повысилась по сравнению с первым учетом. Общая гибель сорных растений после внесения гербицида Хорс, ВДГ (80 г/га; 100 г/га) составила 86,4-90,3 %. Численность проса куриного уменьшилась на 94,2-97,6 %, пырея ползучего – на 91,2-96,5 %.Эффективность против звездчатки средней составила 100 %, ромашки непахучей – 88,8- 96,9 %, пастушьей сумки – 92,9-100 %, горца вьюнкового – 94,5 %, подмаренника цепкого – 97,4-100 %. Количество растений мари белой снизилось на 66,8-74,1 % по отношению к варианту без применения гербицидов.

Применение гербицида Хорс, ВДГ (50 г/га; 60 г/га) в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га) было на уровне эффективности внесения гербицида в чистом виде с нормами 80 г/га и 100 г/га, гибель всех сорных растений через 30 дней после внесения составила 71,9-82,5 %, их масса уменьшилась на 72,7-84,7 %. Вегетативная масса проса куриного снизилась на 93,8-94,0 %, пырея ползучего – на 82,8-95,1 %, ромашки непахучей – на 93,6-96,1 %, звездчатки средней – на 90,0-94,3 %, подмаренника цепкого – на 98,4-99,7 %, горца вьюнкового – на 97,9- 98,8 %, пастушьей сумки – на 96,8-98,6 %, мари белой – на 49,1-62,9 %.

Через 60 дней после обработки гибель всех сорных растений составила 92,0-96,2 %. Эффективность против проса куриного была на уровне 93-95 %, пырея ползучего – 88-91 %. Однолетние двудольные сорняки погибали на 89-100 %, марь белая – на 79-81 %. Урожайность зерна кукурузы была примерно на одном уровне, в вариантах с применением гербицида Хорс, ВДГ в нормах 80-100 г/га она составила 69,5-76,2 ц/га, в нормах 50-60 г/га в смеси с ПАВ Бит 90 (0,2 л/га) – 70,2-79,2 ц/га.

Для повышения эффективности против мари белой к гербициду Хорс, ВДГ в норме 100 г/га добавляли Ассолюта, МК (0,6 л/га), в результате марь белая, звездчатка средняя, ромашка непахучая и подмаренник цепкий погибли полностью. Вегетативная масса проса куриного снизилась на 99,4 %, пырея ползучего на 96,5 % (таблица 1).

В 2017-2018 гг. изучали биологическую и хозяйственную эффективность гербицида Гетман, ВДГ (30 г/га и 40 г/га) в смеси с ПАВ 200 (0,2 л/га). В результате синергического действия действующих веществ никосульфурон и римсульфурон полностью погибли в посеве пырей ползучий, мятлик однолетний, звездчатка средняя, подмаренник цепкий, пастушья сумка и ярутка полевая. Вегетативная масса проса куриного уменьшилась на 98,9-99,6 %, ромашки непахучей – на 99,0-100 %. Устойчивой к действию гербицида оказалась марь белая (снижение массы – 24,5-40,6 %). Гибель горца вьюнкового составила

80,9-83,0 %, масса уменьшилась на 75,6-94,2 %, горца шероховатого – на 75,0-87,5 % и 90,6-96,0 %, соответственно. Общая гибель сорняков составила 84,3-86,6 %, их масса снизилась на 78,6-81,5 %. Через 60 дней после обработки эффективность гербицида Гетман, ВДГ осталась на прежнем уровне – 80,1-82,6 %. Более высокая биологическая эффективность препарата оказывала влияние на увеличение показателей продуктивности кукурузы (длина початка, количество зерен в початке, масса зерен с початка) и, соответственно, рост урожая зерна кукурузы. Сохраненный урожай зерна составил 42,5-45,7 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения гербицида Гетман, ВДГ в посевах кукурузы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», среднее за 2017-2018 гг.)

Вариант	Показатели продуктивности кукурузы				Урожайность, ц/га	
	количество початков с 10 м²/шт	длина початка, см	количество зерен в початке, шт	масса зерен с початка, г	зерна	сохраненный урожай
Вариант без применения гербицидов	14,5	8,4	174,2	27,0	3,8	-
Гетман, ВДГ + ПАВ 200 – 30 г/га + 0,2 л/га	53,5	12,3	393,0	88,4	46,3	42,5
Гетман, ВДГ + ПАВ 200 – 40 г/га + 0,2 л/га	54,0	14,4	426,0	93,0	49,5	45,7
$НСР_{05}$					5,8	

Заключение. По результатам исследований гербициды Балансир, МД; Хорс, ВДГ и Гетман, ВДГ включены в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты посевов кукурузы от однолетних и многолетних злаковых, некоторых двудольных сорных растений при применении в фазе 2-6 листьев культуры.

Список литературы

1. Захаренко, В.А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. – 328 с.

2. Ладан, С.С. Критический период вредоносности сорняков в посевах кукурузы и его связь с качеством получаемого зерна и воздействием на почву и агрофитоценоз // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI века: материалы второго Всерос. науч.-произв. совещ. – Голицыно, 2000. – С. 288–292.

3. Николаева, Н.Г. Вредоносность сорняков / Н.Г. Николаева, С.С. Ладан // Земледелие. – 1998. – №1. – С. 20–22.

4. Сташкевич, А.В. Пороги пырея ползучего в посевах кукурузы / А.В. Сташкевич, С.В. Сорока, С.А. Колесник // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж: Несвиж.укрупн. тип., 2013. – Вып. 37. – С. 37–44.

5. Сташкевич, А.В. Вредоносность проса куриного в посевах кукурузы / А.В. Сташкевич // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2014. – Вып. 38. – С. 22–28 .

6. Саскевич, П.А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П.А. Саскевич, Ю.А. Миренков, С.В. Сорока. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип., 2008. – 238 с.

7. Трепашко, Л.И. Система мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от проволочников должна быть высокоэффективной и экономически оправдываемой / Л.И. Трепашко, О.В. Захаревская // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – №3. – С. 28–32.

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

S.A.Kolesnik, A.V. Stashkevich, L.I.Soroka, N.S. Stashkevich
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

EFFICIENCY OF RIMSULFURON AND NIKOSULFURON –BASED HERBICIDES IN CORN CROPS

Annotation. The article presents the results of studying the use of herbicides Balancer, OD (rimsulfuron, 62.5 g/l); Horse, WDG (nikosulfuron, 750 g/kg); Getman, WDG (nikosulfuron, 500 g/kg + rimsulfuron, 250 g/kg) on corn crops weed infestation by application at 2-6 leaves of the crop stage. The effectiveness of the studied herbicides against barnyard grass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) has been at the level of 93-99 %. The vegetative weight of couch grass (*Elytrgia repens* (L.) Nevski) stalks has decreased for 96-100 % when applying the herbicides Balancer, OD; Horse, WDG; Getman, WDG at the highest rate. From annual dicotyledonous weeds Balancer, OD; Horse, WDG and Hetman, WDG effectively suppressed chamomile (*Tripleurospermum inodorum* Sch.-Bip.), chickweed (*Stellaria media* (L) Vill.) and bedstraw (*Galium aparine* L.).

Key words: corn, weed plants, herbicide, efficiency.

УДК 632.51:632.954:633.367

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

ПОРОГИ ВРЕДОНОСНОСТИ ОДНОЛЕТНИХ ДВУДОЛЬНЫХ СОРНЯКОВ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по установлению порогов вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах люпина узколистного разных по скороспелости сортов. Пороги вредоносности сорных растений в посевах люпина узколистного раннеспелого сорта Першацвет составили 5-11 шт/м^2, среднеспелого сорта Миртан – 9-10 шт/м^2. Считаем, что при такой засоренности необходимо внесение гербицидов.

Ключевые слова: люпин узколистный, сорные растения, пороги вредоносности, биологический порог вредоносности, сорняки, вредоносность.

Введение. Определение вредоносности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур является важным звеном научно обоснованного применения гербицидов. Во-первых, показатели вредоносности являются основой для расчета порогов вредоносности, позволяющих определить, при каком уровне засоренности посевов необходимо применение специальных защитных мероприятий. Во-вторых, знание вредоносности позволяет рассчитать величину сохраненного урожая, полученного в результате проведения борьбы с сорной растительностью [1]. Конкуренция между культурными и сорными растениями за основные факторы жизни приводит к угнетению роста и развития культур [1]. По данным многолетних исследований, недобор урожая от сорняков для ячменя составляет 11 %, гороха – 22, подсолнечника – 39, проса – 47, кукурузы – 66, сои – 70, сахарной свеклы – 83 % [2]. Однако ставить вопрос о полном уничтожении сорных растений будет неправильно, тем более что эта задача даже при использовании высокоэффективных гербицидов невыполнима. Поэтому цель интегрированного подхода в защите от сорных растений состоит в том, чтобы удержать их численность в посевах на безопасном уровне. Для этого используют пороги вредоносности сорняков [3].

На основании маршрутных обследований посевов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в 2011-2013 гг. нами установлен преимущественно однолетний двудольный тип засорения (доминирова-

ли марь белая, виды горца, фиалка полевая и др.), что явилось основанием для проведения исследований по изучению взаимосвязи между степенью засоренности и урожайностью люпина узколистного разных по скороспелости сортов с целью определения биологического порога вредоносности однолетних двудольных сорных растений в его посевах.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки) в посевах люпина узколистного (2011-2013 гг.) раннеспелого сорта Першацвет и среднеспелого – Миртан по общепринятой методике (метод постоянных площадок) [4]. Агротехника возделывания культуры была общепринятой для республики. Площадь опытной делянки – 3 м^2, учетная - 1 м^2, повторность опыта шестикратная, расположение делянок последовательное. Для расчета биологического порога вредоносности сорняков использовали метод учета соотношения урожая и уровня засоренности посевов люпина. На учетных площадках создавали необходимую плотность сорных растений (0; 5; 10; и 20 штук/м^2) путем удаления лишних в соотношении: 70 % - сорняки верхнего яруса (марь белая – *Chenopodium album* L., ромашка непахучая – *Matricaria inodora* L., виды горца – *Polygonum* spp.) и 30 % – сорняки среднего яруса (пастушья сумка – *Capsella bursa-pastoris* L., ярутка полевая - *Thlaspi arvense* L., фиалка полевая – *Viola arvensis* L.). Сформированное количество сорных растений поддерживалось на протяжении всего периода вегетации люпина. Перед уборкой урожая сорняки вырывали, взвешивали их надземную массу по видам. Уборку урожая проводили поделяночно вручную. Данные учета урожая обработаны методом дисперсионного анализа [5].

Результаты исследований. Метеорологические условия вегетационных периодов за годы исследований различались и оказывали существенное влияние на рост и развитие культуры и сорных растений. В 2011 г. среднемесячные значения температуры воздуха (°С) и выпавших осадков (мм) были близки к средним многолетним показателям. Однако они очень контрастировали подекадно. Первая декада мая характеризовалась устойчивой положительной температурой и достаточным количеством осадков, вторая и третья - повышенным температурным режимом с избыточным увлажнением во второй и недостаточным в третьей декадах. В первую декаду июня преобладал повышенный температурный режим без осадков. Во вторую и третью декаду выпало две нормы осадков, температура воздуха была близка к среднемноголетним показателям.

В 2012 г. первая декада мая характеризовалась повышенным температурным режимом и низким количеством осадков. Во вторую и третью декаду мая наблюдался неустойчивый температурный режим с

повышенным количеством осадков во второй декаде и недостаточным в третьей. В первой декаде июня отмечен пониженный температурный режим и достаточное количество осадков. Вторая декада месяца характеризовалась неустойчивым температурным режимом и недостаточным количеством осадков. Третья декада июня отмечалась неустойчивым температурным режимом и недостаточным количеством осадков. В первой пятидневке преобладал повышенный, а во второй – пониженный температурный режим. Погодные условия 2012 г. с дождями ливневого характера способствовали формированию нескольких «волн» сорняков, а также поражению люпина антракнозом и фузариозным увяданием, особенно сорта Миртан.

В 2013 г. в течение первой декады мая температура воздуха была выше среднемноголетней на 3,2 °С. Осадков выпало почти в три раза больше нормы. Вторая декада характеризовалась повышенным температурным режимом и пониженным количеством осадков. Третья декада мая отличалась устойчивым температурным режимом и повышенным количеством осадков. В первой декаде июня отмечен повышенный температурный режим и повышенное количество осадков. Вторая декада месяца характеризовалась устойчивым температурным режимом с низким количеством выпавших осадков. В третьей декаде июня средняя температура воздуха составляла 20,4 °С (норма 16,7 °С). Сумма осадков выпала в 2,7 раза выше нормы.

По результатам исследований установлено отрицательное влияние сорняков на урожайность люпина узколистного разных по скороспелости сортов. Подтверждена закономерность – чем больше сорняков произрастает в посеве, тем большую вегетативную массу они формируют, что вызывает негативное воздействие на урожай люпина узколистного. Так, по годам исследований в посевах сорта Першацвет при численности сорняков 5 шт/м^2 урожай снизился на 6,6-17,5 %; 10 шт/м^2 – на 17,0-32,1 %; 20 шт/м^2 – на 26,2-40,2 %. В посевах сорта Миртан урожай уменьшился при засоренности 5 шт/м^2 на 7,8-10,0 %; 10 шт/м^2 – на 11,2-16,1 %; 20 шт/м^2 – на 17,2-24,5 %. В вариантах с естественным засорением урожай зерна люпина сорта Першацвет снижался на 56,5-91,1 %, сорта Миртан – на 37,2-88,3 % при урожайности на чистых посевах (ручная прополка) 24,6-31,8 и 24,9-29,1 ц/га, соответственно (таблицы 1 и 2). В основе снижения урожайности находится уменьшение показателей структуры урожая.

В условиях 2011 г. биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах люпина узколистного сорта Першацвет составил 10,2 шт/м^2, в 2012 г. – 5,1 шт/м^2, и в 2013 г. – 10,5 шт/м^2. Более высокую вредоносность сорных растений в 2012 г. можно объяснить засушливыми погодными условиями в первой

половине вегетации, что тормозило прохождение фенофаз раннеспелого сорта культуры и способствовало накоплению большой вегетативной массы сорняков. В посевах сорта Миртан в условиях вегетационных сезонов 2011-2013 гг. установлен порог вредоносности – 9,3-10,0 шт/м^2. Следует отметить более высокую конкурентоспособность сорта Миртан с обычным диким типом ветвления по сравнению с сортом Першацвет с колосовидным типом ветвления, на что указывают меньшие потери урожая при равной засоренности.

Таблица 1 – Влияние степени засоренности однолетними двудольными сорняками на урожайность люпина узколистного сорта Першацвет (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Численность сорняков, шт/м^2	Масса сорняков, г/м^2	Урожайность, ц/га	Снижение урожайности	
			ц/га	%
2011 г.				
0	0	30,5	-	-
5	244,7	28,5	2,0	6,6
10	443,0	25,3	5,2	17,0
20	1509,7	22,5	8,0	26,2
Естественное засорение (133)	1874,8	2,7	27,8	91,1
$НСР_{05}$		5,3		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 10,2				
2012 г.				
0	0	24,6	-	-
5	733,3	20,3	4,3	17,5
10	1325,0	16,7	7,9	32,1
20	1656,7	14,7	9,9	40,2
Естественное засорение (100)	2324,7	10,7	13,9	56,5
$НСР_{05}$		4,4		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 5,1				
2013 г.				
0	0	31,8	-	-
5	385,8	28,8	3,0	9,4
10	728,2	25,9	5,9	18,6
20	1159,7	23,1	8,7	27,4
Естественное засорение (134)	2560,0	12,5	19,3	60,7
$НСР_{05}$		6,2		
Порог вредоносности, шт/м^2 – 10,5				

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

Численность сорняков, шт/м²	Масса сорняков, г/м²	Урожайность, ц/га	Снижение урожайности	
			ц/га	%
2011 г.				
0	0	29,1	-	-
5	311,3	26,3	2,8	9,6
10	496,7	25,4	3,7	12,7
20	907,7	24,1	5,0	17,2
Естественное засорение (133)	1808,3	3,4	25,7	88,3
$НСР_{05}$		3,6		
Порог вредоносности, шт/м² – 9,7				
2012 г.				
0	0	25,8	-	-
5	255,0	23,8	2,0	7,8
10	217,0	22,9	2,9	11,2
20	207,3	21,0	4,8	18,6
Естественное засорение (59)	409,3	16,2	9,6	37,2
$НСР_{05}$		2,7		
Порог вредоносности, шт/м² – 9,3				
2013 г.				
0	0	24,9	-	-
5	373,7	22,4	2,5	10,0
10	532,2	20,9	4,0	16,1
20	1040,5	18,8	6,1	24,5
Естественное засорение (114)	2277,5	13,9	11,0	44,2
$НСР_{05}$		4,0		
Порог вредоносности, шт/м² – 10,0				

В условиях вегетационных сезонов 2011-2013 гг. установлен порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений, который составил в посевах сорта Першацвет – 5-11 шт/м² и в посевах сорта Миртан – 9-10 шт/м².

Математический анализ зависимости «сорняки - урожай» для некоторых культур был проведен рядом ученых с применением различных уравнений. Так, для посевов проса В.С. Зуза (1974) использовал уравнение линейной регрессии, для посевов моркови Н.Ю. Коновалов (1978) применил дробно-линейную функцию, а для описания взаимоотношений сорняков с пшеницей и картофелем В.А. Захаренко (1968, 1987)

установил, что количественная зависимость между обилием всего сообщества сорняков и урожайностью любой культуры при 95 %-ном уровне вероятности описывается экспоненциальным уравнением регрессии [6].

Для выражения связи между степенью засорения посевов люпина узколистного и урожаем компьютерная программа Microsoft Excel позволяет использовать прямолинейную ($Y= a – bx$), экспоненциальную ($Y= ae^{-bx}$) и полиномиальную ($Y= a – bx + cx^2$) функции [7], где Y – урожайность люпина при заданной засоренности, ц/га; a – урожайность культуры в посевах, чистых от сорняков; b – коэффициент вредоносности сорняков, показывающий изменение урожайности культуры при изменении засоренности на единицу; e – основание натуральных логарифмов, e = 2,7183; x - показатель засоренности на единицу площади, шт/м^2 (г/м^2); c – параметр, характеризующий потери урожая, при максимальном засорении посевов.

Какое же математическое уравнение может выразить количественную зависимость между уровнем засоренности посевов люпина узколистного (сортов Першацвет и Миртан) и урожайностью культуры?

Прямолинейная, экспоненциальная и полиномиальная функции могут служить удовлетворительными математическими моделями между засоренностью посевов и высотой урожая люпина узколистного. Прямолинейная и полиномиальная функции позволяют примерно одинаково точно вычислить урожай при отсутствии сорняков ($x = 0$), как по численности сорных растений, так и по их массе, в то время как экспоненциальная функция только по их численности, так как вычисленный по данному уравнению урожай при отсутствии массы сорняков ($x = 0$) выше урожая полученного по прямолинейному и полиномиальному уравнению, а так же уровня урожая полученного в условиях мелкоделяночного опыта.

Коэффициенты корреляции (r) для прямолинейной и полиномиальной и индекс корреляции (i) для экспоненциальной зависимостей дают возможность судить о том, какое из трех уравнений наиболее точно описывает связь между засоренностью посевов люпина узколистного (сортов Першацвет и Миртан) и ее урожайностью. Корреляционная связь между признаками считается сильной, если коэффициент и индекс корреляции $r(i) > 0,7$. Индекс корреляции для экспоненциальной зависимости составил для сорта Першацвет -0,787 – -0,989 по численности и -0,867 – -1 по массе сорняков, для сорта Миртан - 0,907 – -0,996 по численности и -0,936 – -0,989 по массе. Коэффициенты корреляции для прямолинейной функции составили: сорт Першацвет – -0,787 – -0,989 по численности и -0,867 – -1 по массе сорняков, сорт Миртан – - 0,907 – -0,996 по численности и -0,936 – -0,989 по массе; для полиномиальной функции: сорт Першацвет – -0,978 – -0,999 по численности и -0,921 – -1 по массе сорняков; сорт Миртан – -0,995 – 0,998 по численности и

-0,989 – -0,998 по массе (таблицы 3 и 4). Таким образом, коэффициенты корреляции (r) по полиномиальной функции наиболее точно описывают связь между засоренностью посевов люпина узколистного как раннеспелого сорта Першацвет так и среднеспелого сорта Миртан.

Однако прямолинейная функция, так же как и полиномиальная имеет определенные преимущества, так как требует меньше вычислений для нахождения параметров уравнения и дает возможность для более простой интерпретации коэффициента b. В прямолинейной и полиномиальной функциях коэффициент b непосредственно указывает, какой недобор урожая (ц/га) вызывает единица засоренности посева, в то время как в экспоненциальной этот коэффициент позволяет судить о темпе снижения урожайности по мере увеличения количества сорняков.

Коэффициент детерминации (R^2) показывает долю (%) изменений урожайности зерна люпина в зависимости от засоренности участка. Как показали исследования, снижение урожайности в посевах люпина зависит: у раннеспелого сорта Першацвет на 62-98 % - по численности и 75-100 % - по массе (прямолинейная функция), на 74-100 % - по численности и 62-99 % - по массе (экспоненциальная функция) и на 96-100 % - по численности и 85-100 % - по массе (полиномиальная функция); у среднеспелого сорта Миртан на 86-99 % - по численности и 88-98 % - по массе (прямолинейная функция), на 88-100 % - по численности и 84-100 % - по массе (экспоненциальная функция) и на 99-100 % - по численности и на 98-100 % - по массе (полиномиальная функция) (таблицы 3 и 4).

Таким образом, прямолинейная и экспоненциальная функции несколько уступают полиномиальной в точности оценки урожая по численности и массе сорняков. В свою очередь прямолинейная и полиномиальная функции по сравнению с экспоненциальной являются наиболее приемлемыми для выражения связи между засоренностью и урожайностью люпина, так как требуют меньше вычислений для нахождения параметров уравнения и дают возможность для более простой интерпретации коэффициента b. Где коэффициент b непосредственно указывает, какой недобор урожая (ц/га) или b_1d (%) вызывает единица засоренности посева.

В связи с тем, что на величину формирующегося урожая влияют не только сорные растения, но и другие факторы, при расчете коэффициентов вредоносности по результатам полевых опытов использовался коэффициент детерминации R^2.

Коэффициенты вредоносности сорных сообществ b (ц/га) рассчитанные по прямолинейной, экспоненциальной и полиномиальной функциям, отражающие потери урожая при увеличении засоренности люпина на один сорняк на 1 $м^2$, составили 0,004-0,536 по численности и 0,0003-0,009 по массе; b_1d (%) – 0,019-2,280 по численности и 0,001-0,030 по массе (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Вредоносность однолетних двудольных сорняков в посевах люпина узколистного сорта Першацвет (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Уравнение	Коэффициент и индекс корреляции, r (i)*	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициент вредоносности	
				$b_i d$, %	b, ц/га
Зависимость урожайности от численности однолетних двудольных сорняков					
Прямолинейная функция					
2011	y = 28,519 – 0,1974x	-0,989	0,978	0,677	0,193
2012	y = 19, 908 – 0,0748x	-0,787	0,620	0,233	0,046
2013	y = 28,633 – 0.1256x	-0,948	0,899	0,394	0,113
Экспоненциальная функция*					
2011	$y = 31{,}11e^{-0{,}01x}$	-0,999	0,999	0,058	0,018
2012	$y = 19{,}70e^{-0{,}00x}$	-0,859	0,738	0,019	0,004
2013	$y = 28{,}90e^{-0{,}00x}$	-0980	0,960	0,020	0,006
Полиномиальная функция					
2011	$y = 30{,}36 - 0{,}446x + 0{,}001x^2$	-0,999	0,998	1,466	0,445
2012	$y = 23{,}51 - 0{,}560x + 0{,}003x^2$	-0,978	0,957	2,280	0,536
2013	$y = 31{,}31 - 0{,}487x + 0{,}002x^2$	-0,997	0,994	1,546	0,484
Зависимость урожайности от массы однолетних двудольных сорняков					
Прямолинейная функция					
2011	y = 31,425 – 0,0117x	-0,867	0,751	0,028	0,009
2012	y = 24,636 – 0,006x	-1	1	0,024	0,006
2013	y = 31,669 – 0,0075x	-0,999	0,999	0,024	0,007
Экспоненциальная функция*					
2011	$y = 37{,}25e^{-1E-0x}$	-0,786	0,618	0,002	0,0006
2012	$y = 25{,}67e^{-4E-0x}$	-0,985	0,981	0,001	0,0003
2013	$y = 33{,}28e^{-4E-0x}$	-0,993	0,986	0,001	0,0004
Полиномиальная функция					
2011	$y = 27{,}47 + 0{,}010x - 1E-05x^2$	-0,921	0,848	0,030	0,008
2012	$y = 24{,}61 - 0{,}005x - 3E-08x^2$	-1	1	0,020	0,005
2013	$y = 31{,}74 - 0{,}007x + 9E-08x^2$	-0,999	0,999	0,022	0,007

Примечание: (i)* индекс корреляции для экспоненциальной функции.

Таблица 4 – Вредоносность однолетних двудольных сорняков в посевах люпина узколистного сорта Миртан (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Уравнение	Коэффициент и индекс корреляции, r (i)*	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициент вредоносности	
				b_1d, %	b, ц/га
Зависимость урожайности от численности однолетних двудольных сорняков					
Прямолинейная функция					
2011	$y = 27,645 - 0,1592x$	-0,996	0,993	0,572	0,158
2012	$y = 23,898 - 0,0521x$	-0,928	0,861	0,188	0,045
2013	$y = 22,439 - 0,0674x$	-0,907	0,822	0,247	0,055
Экспоненциальная функция*					
2011	$y = 29,531e^{-0,014x}$	-0,998	0,997	0,047	0,014
2012	$y = 23,917e^{-0,003x}$	-0,950	0,904	0,011	0,003
2013	$y = 22,455e^{-0,004x}$	-0,940	0,884	0,015	0,004
Полиномиальная функция					
2011	$y = 28,296 - 0,245x + 0,0005x^2$	-0,998	0,996	0,862	0,244
2012	$y = 25,456 - 0,2571x + 0,0013x^2$	-0,997	0,994	1,004	0,255
2013	$y = 24,438 - 0,3364x + 0,0019x^2$	-0,995	0,991	1,364	0,333
Зависимость урожайности от массы однолетних двудольных сорняков					
Прямолинейная функция					
2011	$y = 31,581 - 0,0141x$	-0,949	0,900	0,040	0,013
2012	$y = 27,014 - 0,0233x$	-0,936	0,876	0,076	0,020
2013	$y = 24,108 - 0,0046x$	-0,989	0,978	0,019	0,004
Экспоненциальная функция*					
2011	$y = 40,451e^{-0,001x}$	-0,914	0,836	0,002	0,0008
2012	$y = 27,662e^{-0,001x}$	-0,916	0,840	0,003	0,0008
2013	$y = 24,491e^{-3E-04x}$	-0,997	0,995	0,001	0,0003
Полиномиальная функция					
2011	$y = 28,006 + 0,0012x - 8E-06x^2$	-0,991	0,983	0,004	0,001
2012	$y = 25,87 - 0,0027x - 5E-05x^2$	-0,989	0,978	0,010	0,003
2013	$y = 24,793 - 0,007x + 1E-06x^2$	-0,998	0,996	0,028	0,007

Примечание. (i)* индекс кореляции для экспоненциальной функции.

Полученные коэффициенты вредоносности сорняков будут в дальнейшем использованы для расчетов экономических порогов целесообразности (ЭПЦ) применения гербицидов в посевах люпина

узколистного при которых применение гербицида должно сохранить урожай, окупающий затраты с заранее заданной эффективностью.

Заключение. Таким образом биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений в посевах люпина узколистного составляет 5-11 шт/м^2 в зависимости от погодных условий (5 – в засушливых погодных условиях, 11 – во влажных и близких к средним многолетним), при котором необходимо применение гербицидов. Подтверждена закономерность – чем больше сорняков произрастает в посеве, тем большую массу они формируют.

Важно отметить более высокую конкурентоспособность среднеспелого сорта Миртан с обычным диким типом ветвления, независимо от погодных условий, по сравнению с раннеспелым сортом Першацвет с колосовидным типом ветвления.

Список литературы

1. Зуза, В.С. Особливості засміченості окремих сільскогосподарських культур в одинакових агроекологічних умовах / В.С. Зуза // Эффективность агротехнических приемов в условиях экологизации земледелия Украины: сб. науч. тр. / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1994. – С. 9–15.

2. Быцкевич, Л.Ф. Вредоносность осота полевого в посевах овса // Сб. науч. тр. / БелНИИ земледелия. – 1983. – Вып. 17. – С. 120–129.

3. Алиев, А.М. Вредоносность сорных растений / А.М. Алиев, В.Ф. Ладонин. – Защита растений. – 1990. – №5. – С. 15.

4. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВИЗР. – Л., 1973. – 20 с.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985. – 351 с.

6. Земледелие / С.А. Воробьев [и др.]; под ред. С.А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.

7. Сеннов, А.С. Курс практической работы на ПК / А.С. Сеннов // БХВ-Петербург, 2003. – 576 с.

R.V. Korpanov

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

THRESHOLDS OF ANNUAL DICOTYLEDONOUS WEEDS HARMFULNESS AS A BASIS FOR THE RATIONAL USE OF HERBICIDES IN BLUE LUPINE

Annotation. The article presents the results of studies on the thresholds of harmfulness determination for annual dicotyledonous weed plants in blue lupine crops of different maturity varieties. Thresholds of weed plants harmfulness in blue lupine early-ripening variety Pershatsvet have made up to 5-11 pcs/m^2, mid-ripening variety Mirtan – 9-10 pcs/m^2. We are of the opinion that with such contamination, herbicides application is necessary.

Key words: blue lupine, weeds, thresholds of harmfulness, threshold of biological harmfulness, weeds, harmfulness.

УДК 633.11„324”:632.954

О.К. Лобач, С.В. Сорока, Л.И. Сорока
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП ФЛЕКС, ВР

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки биологической эффективности гербицида Раундап Флекс, ВР (глифосат 480 г/л), применяемого для борьбы с однолетними и многолетними сорными растениями в осенней период по стерне зерновых культур, а также в качестве десиканта на озимой пшенице для подсушивания зерна на корню и уничтожения сорной растительности.

Ключевые слова: гербицид, стерня, сорные растения, десикация, озимая пшеница.

Введение. Осеннее внесение глифосатсодержащих гербицидов широко применяется в Беларуси, так как является самым эффективным приемом уничтожения многолетних сорных растений и связано это с тем, что в это время отток питательных веществ у сорняков направлен в корневища, то есть в точки роста сорняка, поэтому все вегетирующие растения погибают на 95-100 %, гербициды разлагаются в течение месяца, вносить можно длительное время, удобство при внесении – в любом направлении, по стерне или посеву многолетних трав, на этот период более свободны опрыскиватели, затраты при разделке пласта трав и вспашке снижаются на 25-30 %, уничтожается кормовая база проволочника, заселенности спорыньей, корневыми гнилями и т д. [1].

Одной из мер сохранения урожая зерновых культур и его качества является проведение десикации посевов на заключительном этапе их выращивания. Десикация посевов зерновых – общепринятое мероприятие во многих странах с избыточным увлажнением в течение вегетационного периода.

Многолетний опыт фермеров Северной и Центральной Европы показал, что применение предуборочной обработки гербицидами, производными глифосата, увеличивает урожай на 15-20 %, к тому же облегчает уборку урожая, снижает его потери во время комбайнирования, уменьшает засоренность зерна и последующих культур в севообороте. Применение препаратов на основе глифосата – экологический агроприем, после которого зерно используют без ограничений для производства кормов, продуктов питания и в пивоварении, солома

и растительные остатки могут использоваться на корм животным, т.к. действующее вещество быстро разлагается [2].

Целью наших исследований было определить биологическую эффективность гербицида Раундап Флекс, ВР (глифосат, 480 г/л), ф. Монсанто Европа С.А. примененного по стерне зерновых культур и для подсушивания зерна озимой пшеницы на корню.

Методика исследований. Исследования по оценке биологической эффективности гербицида Раундап Флекс, ВР в послеуборочный период проводили в 2017 - 2018 гг. в соответствии с «Методическими указаниями…» [3] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки). В качестве эталона применяли гербицид Торнадо 500, ВР (глифосата кислоты в виде изопропиламинной соли, 500 г/л) в норме расхода 2,0 и 4,0 л/га. Гербициды вносили (по активно вегетирующим сорным растениям) при высоте пырея ползучего - 10-15 см, осот полевой и бодяк полевой были в фазе розетки. Проводимые учеты: количественный – до внесения гербицидов с целью установления видового состава сорных растений; количественно-весовой через месяц после обработки.

Обработку гербицидом Раундап Флекс, ВР с целью подсушивания зерна на корню проводили за две недели до уборки урожая зерновых при влажности зерна 28-30 %. Влажность зерна определяли перед применением гербицида, на 7-е сутки после опрыскивания и при уборке урожая. В лабораторных условиях определяли всхожесть зерна.

Условия проведения опыта. Июль 2017 года характеризовался повышенным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. В 1-ой декаде июля средняя температура воздуха за декаду составляла 17,9 °С, что на 2,3 °С выше нормы. Осадков выпало 17,2 мм или 59,3 % от нормы. Во 2-ой декаде температура воздуха была на 1,3 °С ниже нормы и составляла 17,3 °С при норме 18,6 °С. Сумма осадков составляла 26,7 мм (норма 29,0 мм). 3-я декада июля характеризовалась несколько повышенным температурным режимом и высокой суммой осадков. Средняя температура воздуха составляла 19,8 °С (на 0,9 °С выше нормы). Осадков выпало 105,9 мм при норме 32,0 мм (330,9 % от нормы). В целом за июль температура воздуха превышала норму на 0,6 °С. Осадков за месяц выпало 149,8 мм при норме 90,0 мм.

Температура воздуха в августе составляла в среднем 18,8 °С, при норме 17,5 °С. За месяц выпало 84 мм осадков, что составляет 123 % от нормы.

Температурные показатели июля 2018 года были близки к среднемноголетним показателям и избыточным количеством осадков. В 1-ой декаде июля средняя температура воздуха составляла 15,2°С, что

на 2,3 °С ниже нормы. Выпало 59,0 мм осадков или 218,5 % от нормы. Во 2-ой декаде температура воздуха была на 1,6 °С выше нормы и составляла 19,6 °С при норме 18,0 °С. Сумма осадков составляла 84,0 мм (норма 28,0 мм). 3-я декада июля характеризовалась несколько повышенным температурным режимом и высокой суммой осадков. Средняя температура воздуха составляла 21,8 °С (на 3,8 °С выше нормы). Выпало 59,0 мм осадков при норме 29,0 мм (203,4 % от нормы). В целом за июль температура воздуха превышала норму на 1,1 °С. Осадков за месяц выпало 202,0 мм при норме 84,0 мм.

Результаты исследований. В 2017 году на опытном участке в основном доминировали многолетние сорные растения - пырей ползучий (7,0-19,5 стеблей/м^2), осот полевой (2,0-10,0 шт/м^2), бодяк полевой (1,0-3,0 шт/м^2), чистец болотный (3,0-19,0 шт/м^2). Из однолетних сорных растений произрастали просо куриное (7,0-16,0 шт/м^2), звездчатка средняя (4,0-9,0 шт/м^2), фиалка полевая (3,0-15,0 шт/м^2), ромашка непахучая (2,0-3,5 шт/м^2), пикульник обыкновенный (0,5-2,0 шт/м^2), торица полевая (0,5-2,5 шт/м^2), сушеница топяная (0-5,5 шт/м^2), мелколепестник канадский (0,5-3,5 шт/м^2).

Также произрастали единичные растения подорожника большого, одуванчика лекарственного, горца вьюнкового, падалица рапса. Численность всех сорных растений на опытном участке до внесения гербицидов составляла 52,5-73,0 шт/м^2, в том числе многолетних - 14,5-42,5 шт/м^2 и однолетних - 22,5-49,0 шт/м^2.

После применения гербицида Раундап Флекс, ВР численность всех видов сорных растений снизилась на 98,1-98,7 %, их вегетативная масса – на 97,3-99,2 %.

В вариантах с применением эталона Торнадо 500, ВР численность сорных растений снизилась на 96,8-98,1 %, масса – на 97,1-98,1 %. Эффективность гербицида Раундап Флекс, ВР по снижению численности осота полевого и чистеца болотного составила 94,7-100 % и 54,5-81,8 %. Их масса уменьшилась на 97,9-100 % и 47,8-73,9 соответственно виду. В эталонных вариантах численность осота полевого и чистеца болотного снизилась на 89,5-94,7 % и 63,6-81,8 %, их масса уменьшилась на 98,5-99,5 % и 35,9-63,0 % соответственно (таблица 1).

Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибли пырей ползучий и бодяк полевой (таблица 1).

Однолетние сорные растений погибли полностью (100 %), кроме варианта с применением Торнадо 500, ВР в норме расхода 2,0 л/га, где численность мелколепестника канадского снизилась на 66,7 %, его масса – на 76,6 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Раундап Флекс, ВР, применяемого в послеуборочный период против многолетних сорняков (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2017 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, % к варианту без применения гербицидов				
	пырей ползучий	бодяк полевой	осот полевой	чистец болотный	всех, в т.ч. однолетних
Вариант без применения гербицидов*	12,5	2,0	9,5	5,5	78,5
Торнадо 500, ВР – 2,0 л/га (эталон 1)	100	100	89,5	63,6	96,8
Торнадо 500, ВР – 4,0 л/га (эталон 2)	100	100	94,7	81,8	98,1
Раундап Флекс, ВР – 2,0 л/га	100	100	94,7	54,5	98,1
Раундап Флекс, ВР – 4,0 л/га	100	100	100	81,8	98,7
Вариант	**Снижение массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов**				
Вариант без применения гербицидов*	16,8	8,5	366,0	23,0	742,0
Торнадо 500, ВР – 2,0 л/га (эталон 1)	100	100	99,5	35,9	97,1
Торнадо 500, ВР – 4,0 л/га (эталон 2)	100	100	98,5	63,0	98,1
Раундап Флекс, ВР – 2,0 л/га	100	100	97,9	47,8	97,3
Раундап Флекс, ВР – 4,0 л/га	100	100	100	73,9	99,2

***В варианте без применения гербицидов численность сорняков, шт/м² и масса, г/м².**

В 2018 году численность всех сорных растений на опытном участке до внесения гербицидов составляла 71,0-92,0 шт/м², их них многолетних - 44,0-69,0 шт/м² в т.ч. пырей ползучий (11,0-25,0 стеблей/м²), осот полевой (14,0-27,0 шт/м²), мята полевая (7,0-22,0 шт/м²), чистец болотный (0,0-8,0 шт/м²), произрастали единичные растения бодяка полевого. Однолетние сорные растения представлены следующими видами: звездчатка средняя, фиалка полевая, марь белая, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, жерушник болотный, галинсога мелкоцветная, просо куриное, горец вьюнковый, сушеница топяная, общая численность которых составила 23,0-28,0 шт/м².

Применение гербицида Раундап Флекс, ВР обеспечило снижение численности всех видов сорных растений на 89,8-98,0 %, их вегетативной массы – на 92,4-96,7 %. В вариантах с применением эталона Торнадо 500, ВР численность сорных растений снизилась на 90,2-97,1 %, масса – на 91,3-99,7 %. Эффективность гербицида Раундап Флекс, ВР по снижению численности пырея ползучего составила 86,5-100 %, осота полевого – 95,8-100 %, бодяка полевого – 66,7-100 %, мяты полевой –

94,7-100 % и чистеца болотного составила 16,7-66,7 %. Их масса уменьшилась на 87,7-96,3 %, 98,2-98,9 %, 85,3-100 %, 96,9-100 % и 28,8-58,3 % соответственно. В эталонных вариантах пырей ползучий и мята полевая погибли полностью (100 %), численность осота полевого снизилась на 79,2,0-100 %, бодяка полевого – на 64,3-100 % и чистеца болотного – на 50,0-58,3 %. Их масса уменьшилась на 88,0-100 %, 68,6-100 % и 77,3-95,5 % соответственно (таблица 2).

Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибли однолетние сорные растения.

Таблица 2 – Оценка эффективности гербицида Раундап Флекс, ВР в послеуборочный период (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Сорные растения	Вариант без применения гербицидов*	Торнадо 500, ВР – 2,0 л/га (эталон 1)	Торнадо 500, ВР – 4,0 л/га (эталон 2)	Раундап Флекс, ВР – 2,0 л/га	Раундап Флекс, ВР – 4,0 л/га
	Снижение численности сорных растений, % к варианту без применения гербицидов				
Пырей ползучий	18,5	100	100	86,5	100
Осот полевой	24,0	79,2	100	95,8	100
Бодяк полевой	7,0	64,3	100	66,7	100
Мята полевая	9,5	100	100	94,7	100
Чистец болотный	6,0	58,3	50,0	16,7	66,7
Всех, в т.ч. однолетних	102,5	90,2	97,1	89,8	98,0
Снижение массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов					
Пырей ползучий	20,3	100	100	87,7	96,3
Осот полевой	162,5	88,0	100	98,2	98,9
Бодяк полевой	51,0	68,6	100	85,3	100
Мята полевая	32,5	100	100	96,9	100
Чистец болотный	33,0	77,3	95,5	28,8	58,3
Всех, в т.ч. однолетних	492,8	91,3	99,7	92,4	96,7

***В варианте без применения гербицидов численность сорняков, шт/м^2 и масса, г/м^2.**

Исследования по проведению десикации (подсушиванию) зерна в 2017-2018 годах показали, что в варианте с применением гербицида Раундап Флекс, ВР через неделю после обработки влажность зерна снижалась на 7,7-8,1 % в эталонном варианте – на 6,9-7,4 %. В варианте без применения гербицидов снижение влажности зерна составляло 3,6-5,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние десикации на влажность зерна и урожайность озимой пшеницы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	2017 г.			2018 г.		
	Влажность зерна, %		Урожайность, ц/га	Влажность зерна, %		Урожайность, ц/га
	03.08	11.08		19.07	26.07	
Вариант без применения десиканта	28,8	25,2	39,0	29,2	23,5	53,9
Торнадо 500, ВР – 2,0 л/га (эталон)	29,0	21,6	40,8	28,7	21,8	54,7
Раундап Флекс, ВР – 2,0 л/га	28,9	21,2	40,5	29,2	21,1	55,0
$НСР_{05}$	*0,7*	*1,8*	*2,6*	*0,8*	*1,4*	*7,5*

Определение всхожести семян озимой пшеницы после десикации, проведенное в лабораторных условиях, показало, что в вариантах с внесением гербицида Раундап Флекс, ВР всхожесть составляла 89,0-98,0 % (в варианте без применения гербицидов – 88,0-96,0 %), в эталонном варианте – 89,0-94,0 %. Средняя урожайность озимой пшеницы составляла 40,5 ц/га, в эталонном варианте – 40,8-54,7 ц/га при урожае в варианте без применения десикантов 39,0-53,9 ц/га и существенно не отличалась от варианта без применения гербицидов.

Выводы. В результате проведенных исследований в 2017 и 2018 гг. установлено, что гербицид Раундап Флекс, ВР является эффективным при применении на полях, предназначенных под посев различных культур (яровые зерновые, картофель, овощные, технические, масличные, лекарственные и др.) против однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорных растений в норме расхода 2,0-4,0 л/га, а также в предуборочный период для подсушивания зерна (в качестве десиканта).

Гербицид Раундап Флекс, ВР включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для опрыскивания вегетирующих сорняков осенью в послеуборочный период и опрыскивания посевов за две недели до уборки (при влажности зерна не более 30 %) для подсушивания зерна и частичного подавления сорняков.

Список литературы

1. Засоренность посевов основных сельскохозяйственных культур в 2008 году и ассортимент гербицидов по ее контролю в 2009 году / Сорока С.В. [и др.] // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году в Республике Беларусь / Под ред. А.В. Майсеенко, С.В. Сорока. – Минск, 2009. – С. 161–200.

2. Десикация посевов пшеницы, зерновых перед уборкой: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://propozitsiya.com/desikaciya-posevov-pshenicy-i-drugih-zernovyh-kolosovyh-kultur - Дата доступа 04.01.2018.

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

O.K. Lobach, S.V. Soroka, L.I. Soroka
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

EVALUATION OF EFFICIENCY OF THE HERBICIDE RAUNDUP FLEX, AS APPLICATION

Annotation. The results of biological efficiency of the herbicide Roundup flex, AS (glyphosate 480 g/l) application to control annual and perennial weed plants during autumn period on grain crops stubble and also as a desiccant in winter wheat for grain drying on roots and destroying weed vegetation are presented.

Key words: herbicide, stubble, weed plants, desiccation, winter wheat.

УДК 633.1,321'':632.51

П.Л. Одинцов, С.В. Сорока
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

О ПРОБЛЕМЕ КОНКУРЕНЦИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ЗЛАКОВЫХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ

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

Аннотация. В статье рассматривается проблема засоренности посевов яровых зерновых культур за 2017-2018 гг., в частности овса голозерного и пленчатого, а так же пшеницы яровой, сорными растениями семейства Мятликовые (*Poáceae*). Злаковый сорный ценоз опытного участка для данных культур в среднем представлен 3 видами: просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 85,0 % от общей численности однодольных сорных растений, пырей ползучий (*Elytrígia repens* (L.)) – 10,0 %, мятлик обыкновенный (*Poa annua* (L.)) – 5,0 %.

Установлено, что критический период вредоносности злаковой сорной растительности в посевах пшеницы яровой составлял 29-30 дней совместной вегетации культуры и сорных растений (в фазе кущение – начало выхода в трубку); овса голозерного – 27-36 дней (4 листа – выход в трубку); овса пленчатого – 32-34 дня (кущение).

Ключевые слова: злаковые сорные растения, конкуренция, критический период вредоносности, пшеница яровая, овес пленчатый и голозерный, гербология, урожайность.

Введение. Злаковые сорные растения являются постоянным компонентом агроэкосистем. При высокой численности они снижают урожай зерна и его качество, причем потери могут достигать 40,0-50,0 % [1, 2]. Степень сопротивления культур влиянию сорняков зависит как от иNсходного уровня засоренности почвы и посевов, так и от динамики их развития в процессе вегетации [3, 4].

В настоящее время наблюдается рост численности злаковых сорных растений в агроценозах [5]. Так по данным маршрутных обследований 2016-2018 гг., проводимых сотрудниками лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений», в посевах овса и пшеницы яровой, численность однодольных сорных растений составила 15 и 19 шт/м^2 соответственно (40,0 % от общего количества). Причем на долю проса куриного приходится свыше 50,0 % от общей численности злаковых сорняков, пырея ползучего – 30,0 %. Так же в посевах произрастали виды щетинника (*Setaria* Beauv.), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), овсюг обыкновенный (*Avena fatua* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* (L.)) [6].

По данным украинских ученых [7, 8, 9], в посевах полевых культур на долю сорняков семейства Мятликовые приходится 70 % сорного ценоза, из них на долю *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. и *Setaria glauca* (L.) Beauv.– 30,0-59,0 %.

К основным причинам роста засоренности однодольными видами сорных растений относят чрезмерную насыщенность севооборотов зерновыми культурами, использование некачественного семенного материала, широкое применение гербицидов против двудольных видов, что предоставляет дополнительные конкурентные преимущества однодольным сорнякам, и увеличение минимальной обработки почвы, способствующей накоплению семян сорных растений в верхнем слое почвы [10, 11].

В зависимости от биологических особенностей злаковые сорные растения могут появляться в посевах яровых зерновых культур в разные сроки. Так ранние сорняки всходят весной и заканчивают вегетацию до созревания культурных растений. Поздние яровые – начинают вегетацию поздно весной (семена прорастают при температуре +20...+25 °С), образуют семена и отмирают в этом же году.

Наиболее распространенным и опасным яровым сорняком является овсюг обыкновенный (*Avena fatua* (L)). Он появляется в посевах яровых, быстро заканчивает вегетацию. Его семена осыпаются до их уборки основных культур. К группе поздних яровых сорняков относятся щетинник зеленый и сизый, просо куриное.

Для борьбы с этими сорняками важно знать продолжительность периода покоя семян и время, в течение которого они сохраняют свою жизнеспособность. Большая часть семян яровых сорняков с осени не прорастает; обычно это происходит после перезимовки в почве или в зернохранилище. У разных видов сорняков семена имеют неодинаковый период покоя, например у овсюга обыкновенного – от 2 месяцев до 2 лет, у проса куриного – от 5 до 10 лет [12].

Поскольку злаковые сорные растения более агрессивны, чем овес и пшеница яровая, то они потребляют больше влаги и элементов питания. Например, пырей ползучий потребляет влаги почти в 3 раза больше, чем яровая пшеница и в 2 раза больше, чем овес [13, 14]. Коэффициент использования азота метлицей обыкновенной равен 56,0-70,0 % в то время как у пшеницы яровой 36,0-56,0 % [15, 16].

Пшеница яровая – одна из самых древних и распространенных культур земного шара, зерно которой богато белком – 16,0-24,0 %, содержит 63,0-74,0 % крахмала, около 2,0 % жира и столько же клетчатки и золы. Среди яровых зерновых в условиях Беларуси пшеница яровая формирует зерно более высокого качества, в меньшей степени повреждается весенними заморозками, меньше осыпается на корню, более устойчива к полеганию [17]. Однако, по данным статистического сборника [18], в

период с 2010 по 2018 годы площади под посев культуры в республике существенно уменьшились: в 2010 – 223,0 тыс. га, в 2013 – 189,0, в 2015 – 167,0, 2017 – 143,0, 2018 – 143,8 тыс. га.

В Европе овес яровой известен за 1500 – 1700 лет до н. э. На территории нашей страны он возделывался в северо-западных районах с VII в. н. э [17, 19, 20]. Из зерна овса делают крупы, хлопья, муку, толокно и т. д. Продукты, приготовленные из переработанного зерна овса, отличаются высокой питательностью, легкой усвояемостью и калорийностью. Они используются в диетическом и детском питании. Вместе с тем овес – незаменимое кормовое растение.

Овес широко возделывается в странах Западной Европы, США, Канаде, России. В последнее время площади посева под овсом яровым в Беларуси составляют 150,5 (2018 г.) тысяч гектаров [17, 18].

Новых направлением является возделывание голозерных сортов овса, формирующих высококачественное сырье для переработки на пищевые продукты и производства полноценных кормов для птицы и молодняка скота. Высокое содержание в зерне белка (до 18,0 %) и жира (до 7,0 %), отсутствие пленок делают его ценным и экономически выгодным продуктом. По данным на 2019 год, в Государственном реестре сортов зарегистрировано два сорта голозерного овса, созданные селекционерами НПЦ НАН Беларуси по земледелию: Вандроунік и Королёк[21].

Одним из показателей оценки вредоносности сорных растений, является определение критического периода вредоносности. Критический период вредоносности сорняков – это продолжительность отрицательной реакции сорных растений на культуру [22].

Продолжительность критического периода, в большей степени, зависит от вида культурного растения [23, 24, 25] и агроклиматических условий [26, 27]. Начало его приходится на ранние фазы роста культур [23, 26, 28]. В посевах овса исследования в данном направлении проводились Сорокой Л.И.[29]. Было установлено, что критический период вредоносности сорняков составляет 32 дня. Однако, согласно данным исследованиям, в годы проведения опытов в посевах овса присутствовали сорняки исключительно двудольной группы.

Более полно этот вопрос изучен в посевах ячменя ярового. Исследования, проведенные Терещуком В.С. и Андреевым А.С. [30], показали, что удаление сорняков в фазе 2-3-х листьев ячменя повышает урожай зерна на 24,3 %, при прополке в фазе кущения – на 12,5 %, а уничтожение их в фазе трубкования не увеличивает урожай ячменя по сравнению с контролем без прополки. Схожие данные были получены и литовскими учеными [31]. Химическая прополка в посевах ячменя рациональна в течение 30-40 дней от начала вегетации [23, 24, 25].

По данным Пестеревой А.С.[32] период наибольшей вредоносности сорных растений в посевах тритикале яровой составляет 17-24 дня совместной вегетации, что соответствует стадии конец кущения – 1 узел культуры.

Методика и условия проведения исследований. Литературные данные по оценке периода вредоносности злаковых сорных растений в посевах овса и пшеницы яровой в Беларуси отсутствуют. Поэтому в 2017-2018 гг., с целью определения критического периода вредоносности злаковых сорняков в посевах данных культур, на опытном поле РУП «Институт защиты растений» проведены специальные мелкоделяночные опыты.

Исследования по изучению критического периода вредоносности сорных растений проводили по общепринятым методикам (метод постоянных площадок) [33-35]. Почва опытного поля (аг. Прилуки Минской области) – дерново-подзолистая, средне-суглинистая, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке. В качестве посевного материала использовали семена пшеницы яровой сорта Дарья, овса пленчатого – Лидия и овса голозерного – Королёк. Агротехника возделывания общепринятая для республики. Предшественник в 2017 году – овощные культуры, в 2018 – тритикале озимое. После уборки предшественника проведена вспашка с оборотом пласта. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию из расчета $N_{90}P_{60}K_{90}$. Норма высева пшеницы яровой и овса голозерного – 5,5 млн шт/га, овса пленчатого – 4,5 млн шт/га. Срок сева – 3 декада апреля – 1 декада мая.

Повторность опыта – шестикратная. Расположение делянок рендомизированное. Общая площадь делянки – 3 м^2, учетная – 1 м^2. Критический период вредоносности сорных растений определяли сравнением урожайности яровых зерновых культур в вариантах с различной продолжительностью их вегетации с сорными растениями к контролю. Удаление сорняков и уборка урожая проводилась вручную. Согласно схеме опыта, в момент прополки, проводился количественно-весовой учет засоренности. Урожай зерна учитывали на учетной площадке. Обмолот осуществляли на сноповой молотилке. Математическую обработку данных проводили с использованием метода дисперсионного анализа [36].

Результаты исследований. В годы проведения исследований, в посевах овса и пшеницы яровой доминировали следующие виды злаковых сорных растений: просо куриное (E*chinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), пырей ползучий (*Elytrígia repens* (L.)), мятлик обыкновенный (*Poa annua* (L.)). Причем, для всех трех культур характерно, что на долю проса куриного приходилось свыше 85,0 % от общей численности злаковых сорных растений. Это можно объяснить тем, что вегетационный

период 2017-2018 гг. был теплым и влажным (ГТК = 1,8). Такие условия являются благоприятными для роста и развития данного сорняка.

При определении критического периода вредоносности учитываются следующие показатели: количество дней совместной вегетации культуры и сорных растений, численность сорных растений, их масса и урожай зерна культуры.

Исследованиями установлено, что в посевах пшеницы яровой, свободных от сорных растений весь период вегетации, получена максимальная урожайность зерна 23,0-37,0 ц/га. При прополке посевов со стадии 4-го листа – потери урожая зерна составляли 0,8-2,1 ц/га; кущения – 4,1-5,5 ц/га; при удалении сорных растений со стадии выход в трубку – 4,3-8,1 ц/га; колошение (56 дней совместной вегетации) – 8,3-11,0 ц/га.

Учитывая величину наименьшей существенной разницы, критический период вредоносности злаковых сорных растений, в условиях 2017-2018 гг. составил 29-30 дней совместной вегетации пшеницы яровой и однодольных сорняков и соответствовал стадии кущение – начало выхода в трубку (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние продолжительности совместной вегетации злаковых сорных растений в посевах пшеницы яровой на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Дарья)

Посевы пшеницы свободны сорных растений (фаза культуры)	Совместная вегетация, дни	Количество сорных растений, шт/м^2; ст/м^2	Масса сорных растений, г/м^2	Урожайность зерна, ц/га	Потери урожая, ц/га
В период вегетации (контроль)	-	-	-	37,0	-
	-	-	-	23,0	-
4 листа	26	154,5	1560,5	35,0	2,1
	15	112,9	1140,3	22,2	0,8
Полное кущение	34	182,3	1841,2	31,5	5,5
	27	142,5	1439,3	18,9	4,1
Выход в трубку	46	259,6	2622,0	29,0	8,1
	41	164,8	1664,5	18,7	4,3
Колошение	56	214,2	2163,4	26,0	11,0
	56	214,3	2164,4	14,7	8,3
Посевы засорены весь период вегетации	86	198,4	2003,8	22,3	14,7
	97	254,2	2567,4	13,8	9,2
$НСР_{05}$				5,0	
				4,2	
Критический период вредоносности, дней	30				
	29				

Примечание: числитель – 2017 год, знаменатель – 2018 год

В посевах овса пленчатого и голозерного наблюдалась такая же тенденция, как и в посевах пшеницы яровой. При увеличении дней совместного произрастания культуры и злакового сорного ценоза, потери урожая зерна овса возрастали (таблицы 2, 3). Так, в посеве овса голозерного, свободном от сорняков весь период вегетации была получена урожайность зерна 14,8-24,4 ц/га; овса пленчатого – 36,3-41,5 ц/га. При удалении сорняков в фазу кущение (33 дня совместного произрастания) потери зерна овса голозерного составили 1,8-9,6 ц/га, овса пленчатого – 6,3-8,1 ц/га, а при прополке в фазу выметывание метелки 5,3-14,6 ц/га и 11,4-14,0 ц/га соответственно.

На основании полученных результатов был определен период наибольшей вредоносности злаковых сорных растений в посевах овса. Для овса голозерного он составляет 27-36 дней (4 листа – выход в трубку), овса пленчатого – 32-34 дня (кущение).

Таблица 2 – Влияние продолжительности совместной вегетации злаковых сорных растений в посевах овса голозерного на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Королек)

Посевы пшеницы свободны сорных растений (фаза культуры)	Совместная вегетация, дни	Количество сорных растений, шт/м^2; ст/м^2	Масса сорных растений, г/м^2	Урожайность зерна, ц/га	Потери урожая, ц/га
В период вегетации (контроль)	-	-	-	24,4	-
	-	-	-	14,8	-
4 листа	26	94,5	954,5	17,6	6,8
	19	115,5	1126,2	14,1	0,7
Полное кущение	33	114,2	1153,4	14,8	9,6
	33	126,3	1275,6	13,0	1,8
Выход в трубку	43	146,8	1482,7	13,0	11,5
	45	172,1	1738,2	11,1	3,7
Выметывание	52	164,6	1662,5	9,8	14,6
	57	186,3	1881,6	9,5	5,3
Посевы засорены весь период вегетации	82	157,9	1594,8	8,6	15,8
	95	214,2	2163,4	9,3	5,5
$НСР_{05}$				7,0	
				3,5	
Критический период вредоносности, дней	27				
	36				

Примечание: числитель – 2017 год, знаменатель – 2018 год

Таблица 3 – Влияние продолжительности совместной вегетации злаковых сорных растений в посевах овса пленчатого на урожайность культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Лидия)

Посевы пшеницы свободны сорных растений (фаза культуры)	Совместная вегетация, дни	Количество сорных растений, шт/м^2; ст/м^2	Масса сорных растений, г/м^2	Урожайность зерна, ц/га	Потери урожая, ц/га
В период вегетации (контроль)	-	-	-	36,3	-
	-	-	-	41,5	-
4 листа	26	91,4	923,1	30,9	5,4
	19	96,4	973,6	36,6	4,9
Полное кущение	33	98,2	991,8	28,2	8,1
	33	101,8	1028,2	35,2	6,3
Выход в трубку	43	103,7	1047,4	25,5	10,8
	45	134,5	1358,5	29,0	12,5
Выметывание	52	112,8	1139,3	24,9	11,4
	57	139,9	1413,0	27,5	14,0
Посевы засорены весь период вегетации	82	118,6	1197,9	20,9	15,4
	95	154,2	1557,4	26,7	14,8
$НСР_{05}$				7,5	
				6,8	
Критический период вредоносности, дней	32				
	34				

Примечание: числитель – 2017 год, знаменатель – 2018 год.

Заключение. В годы исследований (2017-2018 гг.), в посевах овса и пшеницы яровой доминировали следующие виды злаковых сорных растений: просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 85,0 % от общей численности злаковых сорных растений, пырей ползучий (*Elytrígia repens* (L.)) – 10,0 %, мятлик обыкновенный (*Poa annua* (L.)) – 5,0 %. Вегетационный период 2017-2018 гг. характеризовался повышенным температурным фоном и избыточным количеством осадков (ГТК = 1,8), что благоприятно сказалось на росте и развитии не только культур, но и однодольных сорных растений.

Установлено, что критический период вредоносности злаковой сорной растительности в посевах пшеницы яровой составлял 29-30 дней совместной вегетации культуры и сорных растений (в фазе кущение – начало выхода в трубку); овса голозерного – 27-36 дней (4 листа – выход в трубку); овса пленчатого – 32-34 дня (кущение).

Список литературы

1. Артохин, К.С. Сорные растения: справ. и учеб.-метод. пособие. – М.: Печатный город, 2010. – 272 с.

2. Сорока, Л.И. Эффективность гербицида кортик в посевах зерновых культур и льна-долгунца / Л.И. Сорока [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 3. – С. 32–36.

3. Якимович, Е.А. Снижение вредоносности сорных растений в посевах фацелии пижмолистной / Е.А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 2(105). – С. 38–43.

4. Загуменников, В.Б. Оптимизация культивирования лекарственных растений в нечерноземной зоне России / В.Б. Загуменников. – М.: РАСХН ВИЛАР, 2006. – 76 с.

5. Шпанев, А.М. Однолетние злаковые сорные растения в агроценозах Воронежской области / А.М. Шпанев, Н.Я. Байбакова // Земледелие. – 2014. – № 8. – С.41–43.

6. Одинцов, П.Л. Динамика засоренности посевов овса и яровой пшеницы в Беларуси / П.Л. Одинцов, С.В. Сорока // Защита растений в традиционном и экологическом земледелии: материалы конф. – Кишинев, 2018. – С.109–112.

7. Конопля, Н.И. Видовой состав и распространение сорняков в Луганской области / Н.И. Конопля, О.Н. Конопля, С.Н. Несторенко // Актуальные проблемы современного земледелия. – Луганск: ЛНАУ, 2003. – С. 230–234.

8. Курдюкова, О.М.Бур'яни Степів України / О.М. Курдюкова, М.І. Конопля. – Луганськ: Елтон–2, 2012. – 348 с.

9. Циков, В.С. Комплексные меры борьбы с сорняками при возделывании кукурузы / В.С. Циков, Л.А. Матюха. // Современные методы борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – М.: МСХА, 1989. – С. 24–36.

10. Пестерева, А.С. Пороги вредоносности однолетних злаковых сорных растений в посевах ярового тритикале / А.С. Пестерева, Л.И. Сорока // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 6(109). – С. 13–15.

11. Касьяненко, В.А. Ключ к решению проблемы однодольных сорняков / В. А. Касьяненко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 8. – С. 13–14.

12. GEOLIKE.RU [Electronic resource] / Mode of access: http://geolike.ru/page/gl_1592.htm. – Date of access: 01.08.2019.

13. Саскевич, П.А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П.А. Саскевич, Ю.А. Миренков, С.В. Сорока. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 238 с.

14. Исаев, А.П. Прогноз и картографирование сорняков / А.П. Исаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.

15. Земледелие: учебник для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего с.-х образования / В.В. Ермоленков[и др.]; под ред. В. В. Ермоленкова, В. Н. Прокоповича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.

16. Сорные растения и меры борьбы с ними: учеб. пособие / А.С. Мастеров [и др.]; под общ. ред. А.С. Мастерова. – Минск: Экоперспектива, 2014. – 144 с.

17. Растениеводство : учеб. пособие / К. В. Коледа [и др.] ; под ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.

18. Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2018: статистический сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; ред. И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – 235 с.

19. Личко, Н.М. Зерноведение: учебник для вузов. – М.: ДеЛи плюс, 2017. – 274 с.

20. Растениеводство / Г.С. Пасыпанов [и др.]; Под ред. Г.С. Пасыпанова. – М.: Колос, 2006. – 612 с.

21. Белорусское сельское хозяйство [Electronic resource] / Mode of access: http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-belorusskoj-selekcii. – Date of access: 01.08.2019.

22. Протасов, Н.И. Новые и перспективные пестициды в интенсивном земледелии: учеб. пособие/ Н.И. Протасов. – Горки: БСХА, 1985. – 92 с.

23. Збраилов, А.Ф. Влияние конкуренции сорняков на урожайность ярового ячменя / А.Ф. Збраилов // Приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур. – Персияновка, 1981. – Т. 16, вып. 1. – С. 88–91.

24. Минюк, П.М. Влияние засоренности посевов в разные периоды вегетации на урожай и качество зерна фасоли / П.М. Минюк, М.П. Минюк // Пути повышения урожайности полевых культур: межвед. темат. сб./ БелНИИ земледелия. – Минск, 1981. – Вып. 11. – С. 160–164.

25. Сарока,С.У. Сезонная динаміка засмечаннасці і крытычны перыяд шкоднасці пустазелля у пасевах азімай пшаніцы / С.У. Сарока, А.С. Андрэеу, Л.І. Сарока // Вес. акад. навук БССР. Сер. с.–г. навук. – 1991. – № 2. – С. 71–76.

26. Туликов, А.М. Сегетальная сорная флора Московской области / А.М. Туликов // Изв. ТСХА. – 1982. – Вып. 5. – С. 46–53.

27. Хомко, Л.С. Определение порога вредоносности сорняков / Л.С. Хомко // Земледелие. – 1986. – № 10. – С. 50–51.

28. Воеводин, А.В. Конкуренция культурных и сорных растений / А.В. Воеводин // Сел. хоз–во за рубежом. – 1974. – № 2. – С. 14–18.

29. Сорока, Л.И., Сорока, С.В. Критический период вредоносности сорняков в посевах овса / Л.И. Сорока, С.В. Сорока // Защита растений : сб. науч. тр. / БелНИИ защиты растений. – Минск, 1995. – Вып. 18. – С. 57–65.

30. Терещук, В.С. Критический период вредоносности сорных растений в посевах ячменя / В.С. Терещук, А.С. Андреев // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ защиты растений; редкол.: В.Ф. Самерсов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1991. – Вып. 16 – С. 104–109.

31. Якштайте, А. Критический период вредоносности сорняков на посевах ячменя / А. Якштайте // Сб. тр. ЛитНИИ земледелия. – Вильнюс, 1988. – Вып.36. – С. 108 –124.

32. Пестерева, А.С. Вредоносность сорных растений в посевах яровой тритикале / А.С. Пестерева // Защита растений : сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 22–29.

33. Захаренко, В.А. Экономическое обоснование применения гербицидов // Защита растений. – 1981. – № 6. – С. 42–43.

34. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г.С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.

35. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВИЗР. – Л., 1973. – 20 с.

36. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

P.L. Odintsov, S.V. Soroka

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

ON THE PROBLEM OF COMPETITION BETWEEN SPRING GRAIN CROPS AND GRASS WEED PLANTS IN AGROPHYTOCOENOSIS

Annotation. In the article a problem of spring grain crops weed infestation for the period of 2017-2018, in particular naked and glumiferous oats and also spring wheat by weed plants of the family Poaceae is shown. Grass weedy coenosis of the experimental plot for the given crops, on the average, is represented by 3 species : barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 85,0 % from total number of annual weed plants, coach grass (*Elytrigia repens* (L.)) – 10,0 %, rough – stalked meadow grass (*Poa annua* (L.) – 5,0 %.

It is determined that the critical grass weed vegetation harmfulness period in spring wheat has made 29-30 days of the combined crop vegetation and weed plants (tillering stage - beginning of leaf-tube formation); naked oats - 27-36 (4 leaves – leaf-tube formation stage); glumiferous oats -32-34 days (tillering).

Key words: grass weed plants,competition, critical period of harmfulness, spring wheat, glumiferous and naked oats, herbology, yield.

УДК 632.51:632.954

М.А. Пастухова [1]***, Б.В. Шелюто*** [2]
[1]*Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г. Брест*
[2]*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки*

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДА ГАМБИТ В ПОСЕВАХ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ

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

Аннотация. Впервые в условиях Брестской области изучалась эффективность применения гербицида Гамбит, СК (прометрин, 500 г/л) в посевах сильфии пронзеннолистной первого года жизни. Препарат вносился до всходов культуры в норме расхода 2-4 л/га. Установлено, что применение данного гербицида по влажной почве высокоэффективно (снижение массы сорных растений до 90 %). Препарат задерживает появление всходов культуры на 5-10 дней, однако к концу вегетационного периода показатели роста и развития культуры в вариантах с применением гербицида достоверно выше. По результатам опыта проведена государственная регистрация гербицида «Гамбит» для сильфии пронзеннолистной.

Ключевые слова: гербициды, сорная растительность, регламент применения, засоренность посевов.

Введение. В настоящее время расширение ассортимента возделываемых кормовых культур приобретает все большую актуальность и является все чаще обсуждаемой темой [1, 2, 3]. Одной из наиболее перспективных культур для кормопроизводства Республики Беларусь нами рассматривается сильфия пронзеннолистная. Исследованиями ряда ученых с 70-х годов XX-го века установлена возможность ее возделывания в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь в качестве культуры, питательная ценность которой позволяет рассматривать ее как одну из наиболее приемлемых альтернатив кукурузного корма [4, 5].

В 2018 году успешно закончен проект инновационного фонда Брестского облисполкома «Внедрение в сельскохозяйственных предприятиях Брестской области новой кормовой культуры сильфии пронзеннолистной». В результате научных исследований доработаны элементы технологии возделывания культуры в современных условиях сельскохозяйственных предприятий. Сильфия пронзеннолистная

является долголетней культурой, способной более 15 лет формировать высокую урожайность зеленой массы, превосходящей кукурузу в 2 и более раз, без снижения продуктивности.

Одним из наиболее существенных технологических аспектов для получения хороших устойчивых посевов сильфии пронзеннолистной является защита культуры в первый год жизни, поскольку ее развитие в этот период проходит очень медленно, за вегетационный период она успевает сформировать только прикорневую розетку, насчитывающую 6–12 листьев. Поэтому защита от сорной растительности в этот период крайне актуальна. Во второй и последующие годы жизни сильфия отличается ранней вегетацией и быстрым отрастанием зеленой массы. Это не только снижает производственные затраты на выращивание данной культуры и, как следствие, снижает затраты на производство конечного продукта, но и благоприятно воздействует на экологическую обстановку на сельскохозяйственных угодьях.

Методика исследований. В 2017 году поисковый опыт применения гербицида проводился на экспериментальном участке «Агробиостанция» (г. Брест), в 2018 году – в условиях сельскохозяйственного предприятия «ОАО «СГЦ «Западный» (Брестский район). Посев культуры широкорядный с расстоянием между растениями 30–70 см. Изучалось действие гербицида Гамбит, СК (прометрин, 500 г/л), АО Фирма «Август», Россия в посевах сильфии пронзеннолистной первого года жизни, возделываемой в монокультуре. Норма расхода препарата: 2 л/га, 3 л/га и 4 л/га. Норма расхода рабочей жидкости 200 л/га. Контрольным являлся вариант без применения средств защиты и ручной прополки. В опыте не предусматривалось эталонного варианта, так как на культуре не было зарегистрировано ни одного гербицида. Повторность – четырехкратная, площадь опытной делянки 25 м². Обработка культуры проведена по влажной почве, согласно регламенту применения гербицида. Опрыскивание почвы проводили ранцевыми опрыскивателями после посевов до всходов культуры по чистому от сорняков полю. В статье приводятся данные учета количественно-весовым методом на 30-й день после обработки.

Основная часть. Применение гербицидов и их действие в большой степени зависит от погодных условий года. По данным ГУ «Брестоблгидромет» 2018 год отличался гораздо более высокими температурами воздуха по сравнению с 2017 годом и среднемноголетними данными (рисунок 1). Так в апреле 2018 года температура воздуха в 2 раза, в мае – на 3,5 °С, июне – на 1 °С, июле – на 1,51 °С превосходила данные 2017 года.

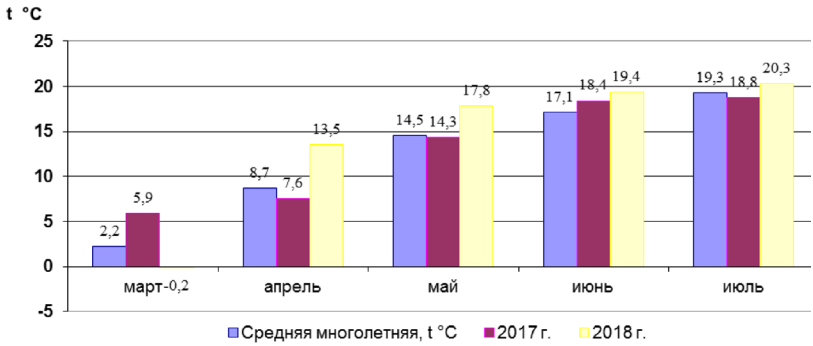


Рисунок 1 - Колебания температуры воздуха в период вегетации 2017 и 2018 гг. (метеорологическая станция, г. Брест)

Первая и вторая декады июня также отличались повышенной температурой относительно средних многолетних показателей на 2–4 ºС и крайне малым количеством осадков. Так, в первую декаду количество осадков составило 54 % от среднего многолетнего показателя, во вторую декаду – 5 %. В третьей декаде июня и весь июль средняя температура была близка к средним многолетним значениям и находилась на уровне 18–22 ºС. При этом количество осадков превышало средние многолетние значения. Так в третьей декаде июня выпало в 2,2 раза больше осадков, в первую и вторую декаду июля в 1,5 и 5,3 раза соответственно (рисунок 2).

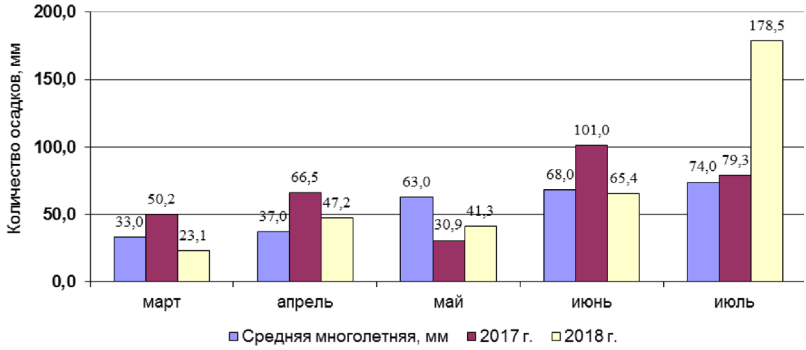


Рисунок 2 - Количество осадков, выпавших в течение вегетации 2017 и 2018 гг. (метеорологическая станция, г. Брест)

На экспериментальном участке «Агробиостанция» (2017 год) в варианте без применения гербицидов при общей численности 74,0 сорняка на м^2 доминировали: яснотка крапчатая (*Lamium maculatum*) – 29,0 шт/м^2,

амарант запрокинутый (*Amaranthus retroflexus*) – 14,0, галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*) – 9,0, синяк обыкновенный (*Echium vulgare)* – 5,0 шт/м^2. Данные биологической эффективности применения гербицида на 30-й день после обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида (учет 2 августа 2017 года)

Вариант	Гибель сорных растений, % к варианту без применения гербицидов				
	амарант запрокинутый	синяк обыкновенный	галинсога мелкоцветковая	яснотка крапчатая	всех
Без применения гербицидов	14,0	5,0	9,0	29,0	74,0
Гамбит, СК – 2 л/га	80,7	60,0	66,5	17,2	49,9
Гамбит, СК – 3 л/га	89,2	60,0	77,8	63,8	66,4
Гамбит, СК – 4 л/га	100,0	100,0	88,9	81,8	88,6
Вариант	**Снижение массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов**				
Без применения гербицидов	327,0	26,0	129,0	75,0	631,0
Гамбит, СК – 2 л/га	53,7	63,5	97,6	83,0	69,3
Гамбит, СК – 3 л/га	98,9	96,0	97,6	97,3	89,3
Гамбит, СК – 4 л/га	100,0	100,0	99,2	88,0	93,2

Примечание. В варианте без применения гербицидов численность сорных растений – шт/м^2, масса – г/м^2

Опыт показал высокую эффективность применения гербицида по отношению к сорной растительности. Применение гербицида в норме внесения 4 л/га полностью уничтожало амарант запрокинутый и синяк обыкновенный. Яснотка крапчатая и галинсога мелкоцветковая погибали на 81,8-88,9 % по численности и на 88,0-99,2 % по массе. В более низких нормах (2 и 3 л/га) гибель амаранта в посевах достигала 80,7-89,2 %, синяка – 60,0 %. Галинсога мелкоцветковая погибала на 66,5-77,8 %, что в весовом эквиваленте составило 97,6 %. Гибель яснотки крапчатой достигала 17,2-63,8 и 83,0-97,3 % соответственно. В целом эффективность составила 49,9-88,6 % по численности и 69,3-93,2 % по массе.

В 2018 году на экспериментальном участке (без обработки) произведен учет следующих сорняков: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli*) – 183,0 шт/м^2, марь белая (*Chenopodium album*) – 135,0, горец шероховатый (*Persicaria scabra*) – 10,0, подорожник топяной (*Plantago uliginosa*) – 47,0 шт/м^2. Опыт показал высокую эффективность применения препарата. Данные биологической эффективности применения гербицида на 30-й день после обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида, учет 24 июня 2018 года

Вариант	Гибель сорных растений, % к варианту без применения гербицидов				
	мари белой	ежовник обыкновенный	горец шероховатый	подорожник топяной	всех
Без применения гербицидов	135,0	183,0	10,0	47,0	378,0
Гамбит, СК – 2 л/га	95,5	57,9	60,0	95,7	72,0
Гамбит, СК – 3 л/га	98,5	67,2	90,0	93,6	63,0
Гамбит, СК – 4 л/га	98,5	72,7	100,0	100,0	77,3
Вариант	**Снижение массы сорных растений, % к варианту без применения гербицидов**				
Без применения гербицидов	68,0	776,0	11,0	40,0	895,0
Гамбит, СК – 2 л/га	91,2	79,9	75,5	87,5	80,1
Гамбит, СК – 3 л/га	97,0	80,2	91,1	92,5	80,8
Гамбит, СК – 4 л/га	97,0	81,8	100,0	100,0	83,6

Примечание – В варианте без применения гербицидов численность сорных растений – шт/м^2, масса – г/м^2

Гибель общего количества сорных растений в количественном эквиваленте находилась в пределах от 63,0 до 77,3 %; в весовом – от 80,1 до 83,6 %. Гибель мари белой по отношению к контрольному варианту достигала 95,5 – 98,5 %; вегетативная масса сорняков уменьшилась на 91,2 – 97,0 %. Снижение количества ежовника обыкновенного в опыте до 72,7 % при уменьшении массы до 81,8 %. Данные учетов показали, что при дозировке 4 л/га возможна полная гибель горца шероховатого и подорожника топяного в посевах.

Применение гербицида задерживает прорастание семян сильфии пронзеннолистной и появление всходов в среднем на 5-10 дней. В целом применение препарата Гамбит, СК позволяет добиться чистых от сорняков посевов, снимая первую их волну; к концу вегетационного периода эффект его применения наиболее заметен, поскольку растения формируют мощную корневую розетку листьев.

На основании проведенных исследований проведена государственная регистрация и включение препарата Гамбит, СК в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», с нормой расхода препарата 2 л/га, 3 л/га и 4 л/га для защиты посевов сильфии пронзеннолистной. Регламент применения представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Регламент применения гербицида

Торговое название, препаративная форма, действующее вещество, заявитель	Норма расхода препарата, л/га	Культура	Вредный организм	Способ, время обработки	Максимальная кратность обработок
Гамбит, СК (прометрин, 500 г/л), АО Фирма «Август», Россия	2,0-4,0	Сильфия пронзеннолистная	Однолетние двудольные и злаковые	Опрыскивание почвы после сева до всходов культур	1

Заключение. Таким образом, впервые в условиях Республики Беларусь был подобран гербицид для применения в посевах сильфии пронзеннолистной первого года жизни. Гербицид Гамбит, СК (прометрин, 500 г/л) вносится после посева до появления всходов культуры в норме расхода 2-4 л/га в условиях влажной почвы. Гербицид подавляет рост и развитие однолетних двудольных и злаковых сорняков (марь белая, горец вьюнковый, ежовник обыкновенный, галинсога мелкоцветковая, амарант запрокинутый и др.) до 80-100 %.

Препарат задерживает появление всходов культуры на 5-10 дней, однако концу вегетационного периода показатели роста и развития культуры в вариантах с применением гербицида достоверно выше. На основании проведенных исследований проведена государственная регистрация и включение препарата Гамбит, СК в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», для защиты посевов сильфии пронзеннолистной.

Список литературы

1. Грицак, З.И. О кормовых достоинствах сильфии и влиянии скармливания силоса на молочную продуктивность, содержание жира в молоке и некоторые показатели рубцового метаболизма у дойных коров / З.И. Грицак, В.Е. Улитько // Новые силосные растения. – Сыктывкар: комн. кн. изд-во, 1966. – С. 90

2. Кшникаткина, А.Н, Интродукция кормовых и лекарственных растений в лесостепи Среднего Поволжья / А.Н Кшникаткина, В.А. Гущина, В.А. Варламов // Материалы IV науч.-практ. конф. «Интродукция нетрадиционных и редких растений», 21–22 мая 2002 г. / Ульяновский аграрный университет. – Ульяновск, 2002. – С.85–89.

3. Мерзликина, Ю.А. Факторы интенсификации кормопроизводства в Алтайском регионе / Ю.А. Мерзликина // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 5. – С. 75–79.

4. Емелин, В.А. Сильфия пронзѐннолистная в условиях Витебской области / В.А. Емелин // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 4. – С. 64–67.

5. Емелин, В.А. Урожай зеленой массы и сроки использования сильфии пронзеннолистной в системе зеленого и сырьевого конвейерного кормопроиз- водства / В.А. Емелин // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 3. – С. 12–14.

6. Дополнение к государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, 22 декабря 2018 г.

[Электронный ресурс] // Национальный реестр Респ. Белару сь. – 2018. Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/Дополнение %20общее %20 12.2018.pdf – Дата доступа: 05.05. 2019.

***M.A. Pastukhova*[1], *B.V. Shelyutto*[2]**
[1] *State Scientific Institution «Polessky Agrarian-Ecological Institute of the National Academy of Sciences of Belarus», Brest*
[2] *EE «Belarusian State Academy of Agriculture», Gorki*

APPLICATION OF GAMBIT HERBICIDE IN PERFORATED LEAF SYLPHIA CROPS

Annotation. For the first time in the conditions of the Brest region, the effectiveness of the use of the herbicide Gambit, SC (promethrin, 500 g/l) in the first year perforated leaf sylphia crops has been studied. The preparation has been applied before crop germination at the rate of 2-4 l/ha. It is determined that the use of this herbicide on moistered soil is highly effective (reducing the weed mass up to 90 %). The preparation inhibits the emergence of crop seedlings for 5-10 days, however, by the end of the vegetative period, the crop growth and development rates in variants with the use of herbicide are significantly higher. According to the results of the experiment the State registration of the herbicide «Gambit» for perforated leaf sylphia has been done.

Key words: herbicides, weed vegetation, rules of application, crops weed infestation.

УДК 632.954:633.1 «324»

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА НЕРТА, КС В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

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

Аннотация. В статье представлены результаты изучения биологической эффективности гербицида НЕРТА, КС *(*дифлюфеникан, 100 мл/л + изопротурон, 500 мл/л) в посевах озимых зерновых культур при осеннем и весеннем внесении в условиях Республики Беларусь. На основании проведенных исследований установлено, что гербицид, применяемый в посевах озимых зерновых осенью до всходов культур, а также по вегетации (в фазе 1-3 листьев и кущения культур осенью или весной) в нормах 0,75-1,0 л/га, является эффективным против однолетних двудольных и злаковых сорных растений.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры, сорные растения, гербицид, эффективность.

Введение. По данным маршрутных обследований посевов озимых зерновых культур установлено, что в Беларуси доминируют такие сорные растения, как ромашка непахучая, фиалка полевая, пастушья сумка, василек синий, ярутка полевая, подмаренник цепкий, метлица обыкновенная и другие, подавляющее большинство из которых являются устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х. Засоренность озимых зерновых культур в Беларуси без прополки составляет 123-526 сорных растений на 1 м^2 [9]. В случае отказа от прополки, вследствие конкурентных отношений между сорными растениями и озимыми зерновыми культурами может недобираться 29,8-48,5 % урожая ежегодно. Боронование посевов снижает потери урожая только на 11,8-38,8 %. Максимального снижения потерь урожая озимых зерновых культур можно добиться только при применении гербицидов [9, 13].

Основными причинами, влияющими на видовой состав сорных растений, являются: особенности технологии выращивания культуры; сумма годовых осадков и их распределение в течение сезона вегетации; сумма активных и эффективных температур; типы почв и др. Знание видового состава сорняков позволяет выбирать более эффективные гербициды и своевременно разрабатывать план чередования препаратов, чтобы не допустить накопления устойчивых видов [2, 3, 5, 6].

Осеннее применение гербицидов в посевах озимых зерновых культур обеспечивает высокую биологическую эффективность и меньше зависит от неблагоприятных погодных условий, запасы осенне-зимней

влаги способствует так же и детоксикации препаратов, формированию более здорового травостоя и улучшают перезимовку. Из-за более раннего освобождения культуры от сорняков, лучшей зимовки возможны более высокие прибавки урожая, чем при весеннем проведении химпрополки, это выгодно экономически и экологически наиболее целесообразно [9, 13].

В Англии [17], Швейцарии [15] и Польше [16] в борьбе с однолетними двудольными и злаковыми сорняками широко применяются в посевах озимых культур гербициды на основе дифлюфеникана (50 г/л) и изопротурона (500 г/л), при этом эффективность прополки обеспечивается в течение всего периода вегетации культур. По данным исследований, проведенным в Беларуси в 1992-1999 гг., гибель однолетних сорняков от послевсходового осеннего применения гербицида Кварц Супер составляла 95-100 %, прибавки урожая зерна озимой пшеницы - 4-8 ц/га [12], озимого тритикале - до 7,5 ц/га. Важно, что все сорта озимой пшеницы, возделываемые в республике, и большинство сортов озимого тритикале (Тарнадо, Ларь, Бого, Мара, Міхась и другие) устойчивы к данному гербициду [10]. Эффективны и другие гербициды, содержащие действующие вещества дифлюфеникан (100 мл/л) + изопротурон (500 мл/л), которые показали высокую эффективность в условиях Беларуси – Гром, КС (ООО «Франдеса», Беларусь) [13, 14], Кугар, КС («Байер КропсСайенс АГ, Германия») [8, 13, 14], Куница, КС (ОАО «Гроднорайагросервис», Беларусь) [13, 14], Легато Плюс, КС (ADAMA Registrations B.V.) [7, 13, 14], Морион, СК (ЗАО Фирма «Август», Россия) [5, 13, 14] и Пират 600, КС (UPL EUROPE LTD, Великобритания) [11, 13, 14].

С целью расширения ассортимента гербицидов в посевах зерновых культур интерес представляет гербицид Нерта, КС, производства ООО «Агро Эксперт Груп», Россия, содержащий в своем составе дифлюфеникан (100 мл/л) и изопротурон (500 мл/л), эффективность которого изучалась на озимых зерновых культур при осеннем и весеннем внесении.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в посевах озимой пшеницы сорта Ода и озимого тритикале сорта Бальтико. Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания.

Площадь опытных делянок в мелкоделяночных опытах составляла 20 м^2, повторность – четырехкратная. Гербициды вносили осенью до всходов культур, в фазе 1-3 листьев и кущения и ранних фазах роста сорных растений, весной – в фазе кущение культур. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

При количественно-весовых учетах засоренности брали 2 учетные площадки по 0,25 м^2 с каждой делянки в соответствии с методическими указаниями [4]. В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [1].

Результаты исследований. При проведении количественно-весового учета засоренности в посевах озимой пшеницы в условиях 2017 г. численность сорных растений в контрольном варианте составляла 118,8 шт/м^2, вегетативная масса – 290,0 г/м^2 (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Нерта, КС при осеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2017 г.)

Вариант	Снижение численности % к контролю массы					Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	фиалки полевой	подмаренника цепкого	ромашки непахучей	метлицы обыкновенной	всех		
до всходов культуры							
Контроль без прополки*	28,0 47,3	20,8 54,8	18,8 58,3	21,5 39,1	118,8 290,0	76,4	-
Морион, СК– 1,0 л/га (эталон)	96,4 98,3	95,2 98,2	89,4 83,7	83,1 91,0	87,3 93,0	85,8	9,4
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	95,2 94,0	94,7 96,9	100	90,7 94,6	84,4	8,0
Нерта, КС – 1,0 л/га	100	90,4 93,1	100	100	94,6 97,6	85,2	8,8
в фазе 1-3 листьев культуры							
Морион, СК– 1,0 л/га (эталон)	94,6 95,1	95,2 95,4	100	100	87,8 94,2	84,9	8,5
Нерта, КС – 0,75 л/га	94,6 96,2	92,8 96,4	97,3 99,1	100	87,8 94,7	85,9	9,5
Нерта, КС – 1,0 л/га	94,6 88,4	90,4 93,6	94,7 97,4	91,5 93,6	90,2 93,9	86,2	9,8
в фазе кущения культуры осенью							
Морион, СК– 1,0 л/га (эталон)	91,1 96,8	92,8 88,5	100	100	86,4 95,0	83,3	6,9
Нерта, КС – 0,75 л/га	94,6 97,9	85,6 94,9	97,3 86,3	87,3 94,1	83,4 93,4	83,7	7,3
Нерта, КС – 1,0 л/га	82,1 78,9	88,0 87,2	94,7 98,3	100	84,9 90,9	84,1	7,7
НСР$_{05}$						2,1	

***В контроле без прополки: в числителе - численность сорных растений, шт/м^2, в знаменателе – масса, г/м^2.**

При применении гербицида Нерта, КС до всходов культуры (0,75-1,0 л/га) фиалка полевая погибала полностью (100 %). В эталоне

(Морион, СК – 1,0 л/га) гибель фиалки полевой составляла 96,4 % по численности и 98,3 % - по массе. На 90,4-95,2 % погибал подмаренник цепкий при уменьшении его массы на 93,1-94,0 % под действием гербицида Нерта, КС при его гибели в эталонном варианте на 95,2 % и уменьшении его вегетативной массы на 98,2 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 94,7-100 %, вегетативная масса – на 96,9-100 % (в эталоне – на 89,4 % и 83,7 % соответственно). От действия гербицида Нерта, КС полностью (100 %) погиб**ала** метлица обыкновенная. В эталонном варианте (Морион, СК) метлица обыкновенная погибала на 83,1 % при уменьшении массы на 91,0 %.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 90,7-94,6 % по численности и 94,6-97,6 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте гибель всех сорных растений составляла 87,3 % при уменьшении вегетативной массы на 93,0 %.

Урожайность зерна озимой пшеницы составляла 84,4-85,2 ц/га, величина сохраненного урожая была равна 8,0-8,8 ц/га зерна (в эталоне – 9,4 ц/га) при урожае в контрольном варианте - 76,4 ц/га (таблица 1).

При применении гербицида Нерта, КС в фазе 1-3 листьев культуры гибель фиалки полевой составляла 94,6 %, ее вегетативная масса уменьшалась на 88,4-96,2 % (таблица 1). В эталоне гибель фиалки полевой составляла 94,6 % по численности и 95,1 % - по массе. Гибель подмаренника цепкого от применения гербицида Нерта, КС составляла 90,4-92,8 %, его вегетативная масса уменьшалась на 93,6-96,4 %. В эталонном варианте (Морион, СК) численность подмаренника цепкого снижалась на 95,2 % при уменьшении его вегетативной массы на 95,4 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 94,7-97,3 %, вегетативная масса – на 97,4-99,1 % (в эталоне ромашка непахучая погибала полностью – 100 %). На 91,5-100 % уменьшалась численность и на 93,6-100 % - вегетативная масса метлицы обыкновенной под действием гербицида Нерта, КС при полной (100 %) гибели в эталоне.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 87,8-90,2 % по численности и 93,9-94,7 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте гибель всех сорных растений составляла 87,8 % при уменьшении их вегетативной массы на 94,2 %.

В вариантах с применением гербицида Нерта, КС в фазе 1-3 листьев культуры урожайность зерна озимой пшеницы составляла 85,9-86,2 ц/га, величина сохраненного урожая – 9,5-9,8 ц/га зерна (в эталоне - 8,5 ц/га) (таблица 1).

При применении гербицида Нерта, КС в фазе кущения культуры осенью гибель фиалки полевой составляла 82,1-94,6 %, ее вегетативная масса уменьшалась на 78,9-97,9 % (таблица 1). В эталоне (Морион, СК) гибель фиалки полевой составляла 91,1 % по численности и 96,8 % –

по вегетативной массе. Под действием гербицида Нерта, КС гибель подмаренника цепкого составляла 85,6-88,0 %, его вегетативная масса уменьшалась на 87,2-94,9 %. В эталонном варианте численность подмаренника цепкого снижалась на 92,8 % при уменьшении его вегетативной массы на 88,5 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 94,7-97,3 %, вегетативная масса – на 86,3-98,3 % (в эталоне ромашка непахучая погибала полностью – 100 %). На 87,3-100 % уменьшалась численность и на 94,1-100 % - вегетативная масса метлицы обыкновенной под действием гербицида Нерта, КС. В эталоне метлица обыкновенная погибала на 100 %.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 83,4-84,9 % по численности и 90,9-93,4 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте (Морион, СК) гибель всех сорных растений составляла 86,4 % при уменьшении их вегетативной массы на 95,0 %.

С применением гербицида Нерта, КС в фазе кущения культуры осенью урожайность озимой пшеницы составляла 83,7-84,1 ц/га, величина сохраненного урожая – 7,3-7,7 ц/га зерна (в эталоне - 6,9 ц/га).

Аналогичные результаты исследований по биологической эффективности гербицида Нерта, КС в посевах озимой пшеницы получены и в условиях 2018 г.

Так, при проведении количественно-весового учета засоренности численность сорных растений в варианте без прополки составляла 189,8 шт/м^2, вегетативная масса – 350,3 г/м^2 (таблица 2).

При применении гербицида Нерта, КС до всходов озимой пшеницы фиалка полевая погибала полностью (100 %). В эталоне (Морион, СК) гибель фиалки полевой составляла 93,1 % по численности и 93,2 % - по массе. На 81,3-100 % погибал подмаренник цепкий при уменьшении его массы на 90,7-100 % под действием гербицида Нерта, КС при его гибели в эталонном варианте на 75,0 % и уменьшении его вегетативной массы на 91,7 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 96,3-98,9 %, вегетативная масса – на 96,9-98,6 % при полной гибели в эталонном варианте (100 %). От действия гербицида Нерта, КС гибель метлицы обыкновенной составляла 93,8-100 %, при этом вегетативная масса снижалась на 95,0-100 %. В эталонном варианте метлица обыкновенная погибала на 96,9 % при уменьшении массы на 98,4 %.

Следует отметить, что в условиях вегетационного периода 2018 г. весной в посевах озимой пшеницы появились всходы однолетнего ярового сорного растения - сушеницы топяной, численность которой по вариантам колебалась от 16,0 до 67,8 шт/м^2, вегетативная масса – 3,0-22,4 г/м^2. Гибель данного сорного растения при осеннем внесении гербицида Нерта, КС до всходов составляла 75,7-76,4 %, масса уменьшалась на 86,6 %. В эталонном варианте гибель сушеницы топяной составляла 69,8 % по численности и 71,0 % - по массе.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 82,3-83,5 % по численности и 94,8-95,0 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте (Морион, СК) гибель всех сорных растений составляла 73,5 %, вегетативная масса уменьшалась на 83,5 %.

В вариантах с применением гербицида Нерта, КС до всходов озимой пшеницы урожайность зерна озимой пшеницы составляла 39,9-40,8 ц/га, величина сохраненного урожая – 3,6-4,5 ц/га зерна (в эталоне – 4,0 ц/га) при урожае в контрольном варианте 36,3 ц/га (таблица 2).

До внесения гербицидов в фазе 1-3 листьев культуры осенью доминирующими сорными растениями были: подмаренник цепкий (13,5-23,0 шт/м^2), звездчатка средняя (4,5-17,0 шт/м^2), пикульник обыкновенный (7,5-13,5 шт/м^2), осот полевой (2,0-9,0 шт/м^2), метлица обыкновенная (12,0-15,0 шт/м^2). В посевах культуры произрастали единичные растения горцев (вьюнковый, шероховатый и птичий), пастушьей сумки и ярутки полевой.

От действия гербицида Нерта, КС в фазе 1-3 листьев культуры осенью гибель фиалки полевой составляла 96,6-100 % по численности и вегетативной массе (в эталоне - 96,6 %). Гибель подмаренника цепкого от применения гербицида Нерта, КС составляла 62,5-78,1 %, его вегетативная масса уменьшалась на 89,6-91,0 %. В эталонном варианте численность подмаренника цепкого снижалась на 75,0 % при уменьшении его вегетативной массы на 90,3 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 96,3 %, вегетативная масса – на 96,0-97,4 %. В эталонном варианте гибель ромашки непахучей составляла 96,3 % по численности и 96,5 % - по массе. При применении гербицида Нерта, КС на 59,4-63,1 % уменьшалась численность сушеницы топяной при уменьшении ее массы на 75,5-76,3 %. В эталоне гибель сушеницы топяной составляла 41,0 % по численности и 74,2 % - по массе. На 96,9 % уменьшалась численность и на 98,0-99,4 % – вегетативная масса метлицы обыкновенной под действием гербицида Нерта, КС. В эталоне метлица обыкновенная погибала на 93,8 % по численности и 96,0 % - по массе.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 71,5-73,9 %, при этом их вегетативная масса уменьшалась на 91,8-92,5 %. В эталонном варианте (Морион, СК) гибель всех сорных растений составляла 61,9 % при уменьшении их вегетативной массы на 88,7 % (таблица 2).

При применении данного гербицида осенью в фазе 1-3 листьев культуры урожайность озимой пшеницы составляла 39,6-40,4 при урожае в эталоне – 39,8 ц/га, при этом сохраненный урожай составлял 3,3-4,1 и 3,5 ц/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность гербицида Нерта, КС при осеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение численности % к контролю массы					Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	фиалки полевой	подмаренника цепкого	ромашки непахучей	метлицы обыкновенной	всех		
до всходов культуры							
Контроль без прополки*	14,5 14,8	16,0 69,8	13,5 57,8	16,0 49,9	189,8 350,3	36,3	-
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	93,1 93,2	75,0 91,7	100	96,9 98,4	73,5 83,5	40,3	4,0
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	81,3 90,7	96,3 98,6	93,8 95,0	83,5 94,8	39,9	3,6
Нерта, КС – 1,0 л/га	100	100	98,9 96,9	100	82,3 95,0	40,8	4,5
в фазе 1-3 листьев культуры							
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	96,6 96,6	75,0 90,3	96,3 96,5	93,8 96,0	61,9 88,7	39,8	3,5
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	62,5 89,6	96,3 97,4	96,9 98,0	71,5 91,8	39,6	3,3
Нерта, КС – 1,0 л/га	96,6 96,6	78,1 91,0	96,3 96,0	96,9 99,4	73,9 92,5	40,4	4,1
НСР $_{05}$						1,2	

*** В контроле: в числителе - численность сорных растений, шт/м², в знаменателе - масса, г/м².**

При проведении количественно-весового учета засоренности в посевах озимого тритикале в условиях 2018 г. численность сорных растений в контрольном варианте составляла 119,7 шт/м², вегетативная масса – 110,8 г/м² (таблица 3).

При применении гербицидов до всходов культуры осенью гибель звездчатки средней в варианте с внесением гербицида Нерта, КС составляла 100 % при гибели в эталонном варианте на 87,5 % по численности и 96,8 % - по массе. От применения гербицида Нерта, КС гибель пастушьей сумки составляла 81,0-100 %, ее вегетативная масса уменьшалась на 92,0-100 %. В эталонном варианте численность пастушьей сумки снижалась на 90,5 % при уменьшении вегетативной массы на 96,0 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 68,4-89,5 %, вегетативная масса – на 91,8-95,9 %. В эталонном варианте гибель ромашки непахучей составляла 89,5 % по численности и 97,9 % - по массе. При применении гербицида Нерта, КС на 71,4-85,7 % уменьшалась численность горца вьюнкового при уменьшении его массы на 95,8 %. В эталоне гибель горца вьюнкового составляла 71,4 % по численности и 95,8 % - по массе. На 86,7-100 % уменьшалась численность и на 96,2-100 % - вегетативная

масса метлицы обыкновенной под действием гербицида Нерта, КС. В эталоне метлица обыкновенная погибала полностью (100 %).

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 73,1-88,6 %, при этом их вегетативная масса уменьшалась на 86,1-89,3 %. В эталонном варианте (Морион, СК) гибель всех сорных растений составляла 85,5 % при уменьшении их вегетативной массы на 85,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицида Нерта, КС при осеннем внесении в посевах озимого тритикале (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение численности % к контролю массы						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	звездчатки средней	пастушьей сумки	ромашки непахучей	горца вьюнкового	метлицы обыкновенной	всех		
До всходов культуры								
Контроль без прополки*	15,3 10,3	17,0 18,3	16,3 16,2	14,7 14,0	15,0 18,8	119,7 110,8	64,3	-
Морион, СК–1,0 л/га (эталон)	87,5 96,8	90,5 96,0	89,5 97,9	71,4 95,8	100	85,5 85,7	70,5	6,2
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	81,0 92,0	68,4 91,8	71,4 95,8	86,7 96,2	88,6 89,3	69,2	4,9
Нерта, КС – 1,0 л/га	100	100	89,5 95,9	85,7 95,8	100	73,1 86,1	72,7	8,4
В фазе 1-3 листьев культуры								
Морион, СК–1,0 л/га (эталон)	75,0 93,5	100	78,9 91,8	57,1 87,5	100	81,3 90,2	72,9	8,6
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	100	68,4 93,8	57,1 75,0	100	68,9 76,7	69,8	5,5
Нерта, КС – 1,0 л/га	87,5 96,8	90,5 96,0	68,4 89,4	71,4 87,5	100	79,3 85,7	70,4	6,1
$НСР_{05}$							4,8	

*** В контроле: в числителе - численность сорных растений, шт/м², в знаменателе - масса, г/м².**

В вариантах с применением гербицида Нерта, КС до всходов озимого тритикале урожайность зерна культуры составляла 69,2-72,7 ц/га, величина сохраненного урожая – 4,9-8,4 ц/га зерна (в эталоне 6,2 ц/га) при урожае в контроле без прополки 64,3 ц/га.

При применении гербицидов в фазе 1-3 листьев культуры на 87,5-100 % снижалась численность и на 96,8-100 % масса звездчатки средней в варианте с внесением гербицида Нерта, КС при снижении в эталоне на 75,0 % и 93,5 % соответственно. Применение гербицида Нерта, КС

позволило снизить численность пастушьей сумки на 90,5-100 %, ее вегетативную массу на 96,0-100 % при полной гибели в эталонном варианте. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 68,4 %, вегетативная масса – на 89,4-93,8 %. В эталонном варианте гибель ромашки непахучей составляла 78,9 % по численности и 91,8 % - по массе. От действия гербицида Нерта, КС гибель горца вьюнкового составляла 57,1-71,4 % по численности и 75,0-87,5 % - по массе. В эталоне численность горца вьюнкового снижалась на 57,1 %, масса – на 87,5 %. Во всех вариантах опыта полностью (100 %) погибала метлица обыкновенная.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 68,9-79,3 %, при этом их вегетативная масса уменьшалась на 76,7-85,7 %. В эталонном варианте (Морион, СК) гибель всех сорных растений составляла 81,3 % при уменьшении их вегетативной массы на 90,2 %.

При применении гербицида Нерта, КС в фазе 1-3 листьев культуры средняя урожайность озимого тритикале составляла 69,8-70,4 ц/га при урожае в эталоне 72,9 ц/га, при этом величина сохраненного урожая равна 5,5-6,1 ц/га, в эталоне – 8,6 ц/га.

При применении гербицида Нерта, КС в фазе кущения озимой пшеницы весной фиалка полевая погибала полностью (100 %). В эталоне гибель фиалки полевой составляла 96,6 % по численности и 98,0 % – по вегетативной массе.

Следует отметить, что при весеннем внесении гербицидов растения подмаренника цепкого были, в основном, зимующей формы и фаза их развития колебалась от трех до восьми мутовок (ВВСН 24-34). Так, под действием гербицида Нерта, КС гибель подмаренника цепкого составляла 53,1-59,4 %, его вегетативная масса уменьшалась на 77,1-82,8 %. В эталонном варианте численность подмаренника цепкого снижалась на 37,5 % при уменьшении его вегетативной массы на 68,5 %. Численность ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС снижалась на 92,6 %, вегетативная масса – на 97,4 % (в эталоне ромашка непахучая погибала на 96,3 % и 93,1 % соответственно). При применении гербицида Нерта, КС на 91,2-94,8 % уменьшалась численность сушеницы топяной, ее масса снижалась на 94,2 %. В эталоне гибель сушеницы топяной составляла 90,4 % по численности и 91,1 % - по массе. На 83,1-100 % уменьшалась численность и на 90,0-100 % - вегетативная масса метлицы обыкновенной под действием гербицида Нерта, КС. В эталонном варианте метлица обыкновенная погибала полностью (100 %).

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 83,1-86,9 % по численности и 87,1-86,9 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте гибель всех сорных растений составляла 83,5 % при уменьшении их вегетативной массы на 87,1 % (таблица 4).

Весной во всех вариантах опыта появились всходы проса куриного, численность которого колебалась по вариантам от 8,5 до 15,0 шт/м^2, с массой – 4,5-6,5 г/м^2, которое в последствии во всех вариантах опыта погибало полностью (100 %).

При весеннем внесении гербицида Нерта, КС в фазе кущения культуры урожайность озимой пшеницы составляла 43,4-44,7 ц/га, величина сохраненного урожая – 7,1-8,4 ц/га зерна (в эталоне - 6,4 ц/га).

Таблица 4 – Эффективность гербицида Нерта, КС при весеннем внесении в посевах озимой пшеницы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение численности % к контролю массы					Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	фиалки полевой	подмаренника цепкого	ромашки непахучей	метлицы обыкновенной	всех		
Внесение гербицидов в фазе кущения культуры весной							
Контроль без прополки*	14,5 14,8	16,0 69,8	13,5 57,8	16,0 49,9	189,8 350,3	36,3	-
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	96,6 98,0	37,5 68,5	96,3 93,1	100	83,5 87,1	42,7	6,4
Нерта, КС – 0,75 л/га	100	53,1 77,1	92,6 97,4	83,1 90,0	83,1 87,1	43,4	7,1
Нерта, КС – 1,0 л/га	100	59,4 82,8	92,6 97,4	100	86,9 86,9	44,7	8,4
НСР $_{05}$						1,2	

*** В контроле в числителе - численность сорных растений, шт/м^2, в знаменателе - масса, г/м^2.**

При проведении исследований по биологической эффективности гербицида Нерта, КС в посевах озимого тритикале при весеннем внесении также отмечена высокая эффективность против однолетних двудольных и злаковых сорных растений.

При применении гербицидов в фазе кущения озимого тритикале весной гибель звездчатки средней во всех вариантах опыта составляла 87,5 % по численности и 96,8 % - по вегетативной массе. Под действием гербицида Нерта, КС полностью (100 %) погибала пастушья при снижении численности в эталонном варианте на 90,5 %, масса уменьшалась на 92,0 %. На 78,9-89,5 % снижалась численность и на 93,8-95,9 % - масса ромашки непахучей при применении гербицида Нерта, КС и на 89,5 % и 95,9 % соответственно в эталонном варианте. Гибель метлицы обыкновенной от действия гербицида Нерта, КС составляла 86,7-100 % при уменьшении вегетативной массы на 84,9-100 %.

Общая гибель сорных растений под действием гербицида Нерта, КС составляла 87,6-97,1 % по численности и 90,2-94,2 % - по вегетативной массе. В эталонном варианте гибель всех сорных растений составляла 88,6 % при уменьшении их вегетативной массы на 93,7 % (таблица 5).

При весеннем внесении гербицида Нерта, КС в фазе кущения культуры урожайность озимого тритикале составляла 69,5-69,7 ц/га, величина сохраненного урожая – 5,2-5,4 ц/га зерна при урожае в эталоне - 69,5 ц/га.

Таблица 5 – Эффективность гербицида Нерта, КС при весеннем внесении в посевах озимого тритикале (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение численности % к контролю массы						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	звездчатки средней	пастушьей сумки	ромашки непахучей	горца вьюнкового	метлицы обыкновенной	всех		
В фазе кущения культуры весной								
Контроль без прополки*	15,3 10,3	17,0 18,3	16,3 16,2	14,7 14,0	15,0 18,8	119,7 110,8	64,3	-
Морион, СК – 1,0 л/га (эталон)	87,5 96,8	90,5 92,0	89,5 95,9	57,1 87,5	100	88,6 93,7	69,5	5,2
Нерта, КС – 0,75 л/га	87,5 96,8	100	78,9 93,8	57,1 87,5	86,7 84,9	87,6 90,2	69,5	5,2
Нерта, КС – 1,0 л/га	87,5 96,8	100	89,5 95,9	57,1 87,5	100	97,1 94,2	69,7	5,4
$НСР_{05}$							4,8	

*** В контроле в числителе - численность сорных растений, шт/м² , в знаменателе - масса, г/м² .**

Выводы. Таким образом, результаты исследований показали, что гербицид Нерта, КС эффективен для защиты посевов озимых зерновых культур при осеннем или весеннем применении против однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Гербицид рекомендован в Дополнение к «Государственному реестру……» для защиты посевов озимой пшеницы и озимого тритикале до всходов культур, в фазе 1-3 листьев и в фазе кущения осенью или весной в норме расхода 0,75-1,0 л/га.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. –М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Лунева, Н.Н. К вопросу о засоренности посевов сельскохозяйственных культур на территории России в начале третьего тысячелетия / Н.Н .Лунева // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы второго Всероссийского съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005 г. – Санкт-Петербург, 2005 – Т. 1 - С. 232-234.

3. Маханькова, А.А. Совершенствование ассортимента гербицидов впоследнее десятилетие XX и перспективы на начало XX1 века / А.А. Маханькова, В.И.Долженко, Т.А. Петунова // Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности. ВИЗР. – 2004. - С. 214-218.

4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С.В. Со-

рока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». - 2007. – 58 с.

5. Морион в посевах озимых зерновых культур весной / С.В. Сорока [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. - № 1(92). – С. 49-52.

6. Петунова, А.А. Совершенствование ассортимента гербицидов / А.А. Петунова, В.И. Долженко, Т.А. Маханькова // Агро XX1. – 2001. - №2. - С. 3.

7. Сорока, С.В. Весеннее применение легато плюс, КС в посевах озимой пшеницы / С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Земляробства і ахова раслін. - 2006. - № 2 (45). - С. 32.

8. Сорока, С.В. Гербицид кугар – это новый кварц супер / С.В. Сорока, Л.И. Сорока / Ахова раслін. – 2000. - № 4. – С. 36-38.

9. 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.

10. Сорока С.В. Целесообразность химической прополки озимых зерновых культур осенью //Ахова раслін. - 1999. - №4. - С. 8-10.

11. Сорока, С.В. Эффективность гербицида пират, КС в посевах озимых зерновых культур / С.В. Сорока [и др.] // Сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2009. – Вып. 33: Защита растений. – С. 67- 75.

12. Сорока, С.В. Эффективность послевсходового применения гербицида кварц супер в посевах озимой пшеницы и озимого тритикале / С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Резервы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений / Сб. науч. трудов. Горки, 1999. – С. 132-139.

13. Сорока, С.В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С.В. Сорока / РУП «Институт защиты растений. – Минск: Колорград, 2018. – 188 с.

14. Эффективность гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана в посевах озимых зерновых культур / С.В. Сорока [и др.] // Сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2016. – Вып. 40: Защита растений. – С. 108-124.

15. Pawlak G. Wplyw herbicydow na zachwaszczenie upraw pszenicy w doswia dczeniv polowym z zastosowaniem preparatow Pielisam, Racer, Quartz Super i tribu nil/bad. fizjagr. Pol. zachod. B. - 1992, 41:199-207.

16. Wifiesson S. Congar - a new broad-spektrum herbucide for autumnapraying of winter cereals / Weeds and weed control. - 1988, 29, 1 : 75-82.

17. Wolley E.W., Sherrott A.F. Determination of economic threshold populations of Poa annua in winter cereals / Brigh. Nov. - 1993, V. 1: 22-25.

S.V. Soroka, L.I. Soroka, N.V. Kabzar

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

EFFICIENCY OF HERBICIDE NERTA, SC IN WINTER GRAIN CROPS

Annotation. In the article the results of herbicide NERTA, SC (diflufenican, 100 ml/l+isoproturon, 500 ml/l) biological efficiency study in winter grain crops by autumn and spring application under conditions of the Republic of Belarus are presented. Based on the results of done researches it is determined that the herbicide used in winter grain crops in autumn before crops emergence and also by vegetation (at 1-3 leaves of the crops and tillering in autumn or in spring) at the rates 0,75-1,0 l/ha, is effective against annual dicotyledonous and grass weeds.

Key words: winter crops, weed plants, herbicide, efficiency.

УДК 633.1 «324» +632.954.024.2 (476)

С.В. Сорока [1]***, Л.И. Сорока*** [1]***, Н.В. Кабзарь*** [1]***, Р.В. Корпанов*** [1]***, А.Р. Цыганов*** [2]

[1] *РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский район,*

[2] *Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

ОПАСНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ТЕПЛОКРОВНЫХ И ПЧЕЛ В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. Показано, что ассортимент гербицидов, разрешенных в посевах озимой пшеницы составляет 119, озимого тритикале – 99, озимой ржи – 60 препаратов, что создает достаточно проблем при проведении тендера по закупке. По опасности для теплокровных животных гербициды стали более безопасны: второго класса (высокотоксичные) составили 8,4-10,1 %, третьего (среднетоксичные) – 77,8-78,3 %, четвертого (малотоксичные) – 11,7-13,4 %. Учитывая, что меры безопасности третьего и четвертого класса для пчел достаточно близки, можно утверждать о высокой степени безопасности имеющегося ассортимента гербицидов для пчел, поскольку для озимых культур увеличилась доля гербицидов 3-го класса опасности (малоопасные) – 53,3-61,3 % и уменьшилась доля четвертого класса опасности (практически не опасные для пчел) – 38,7-46,7 %.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры (рожь, пшеница, тритикале), опасность для теплокровных животных и пчел.

Введение. Известно, что гербициды – это препараты, применяемые для уничтожения нежелательных сорных и ядовитых растений в посевах сельскохозяйственных культур, посадках, лугах и пастбищах. Являясь химическими соединениями с высокой биологической активностью, они, в свою очередь, представляют опасность для окружающей среды [8].

Агрономическая токсикология, как раздел общей токсикологии, изучает свойства пестицидов, применяемых в агрономии, их действие на теплокровных животных, насекомых, бактерий, грибы, растения, биоценозы и экологические системы [25].

Для сравнения опасности пестицидов разработана их гигиеническая классификация, которая позволяет дать сравнительную характеристику различных препаратов. По токсичности при введении в желудок экспериментальным животным (крысам), при введении через кожные покровы, по степени летучести, по кумуляции, по стойкости в почве и другим параметрам [25] гербициды (для теплокровных животных) делятся на 4 класса: 1 класс опасности – сильнодействующие ядовитые вещества – $СД_{50}$ до 50 мг/кг,

2 – высокотоксичные – СД $_{50}$ – 50–200 г/кг, 3 – среднетоксичные – СД$_{50}$ 200–1000 мг/кг, 4 класс опасности – малотоксичные – СД$_{50}$ более 1000 мг/кг [2, 3, 5, 6, 7, 9, 10].

Важным критерием оценки опасности пестицидов является опасность для пчел, муравьев и других представителей окружающей среды. Наиболее часто обсуждаемый вопрос – опасность для пчел. Согласно основных положений «Инструкции…» [9], необходимо предварительное (за 4-5 суток) оповещение местных общественных и индивидуальных пчеловодов (средство печати и радио) о сроках, зоне и характере действия запланированного к использованию средства защиты растений. Существуют 4 класса опасности для пчел, в которых определены регламенты безопасного применения пестицидов. Согласно классификации [5, 9] гербициды делятся на 4 класса: 1 класс опасности – высокоопасные (ограничение лета пчел – 96-120 часов), 2 – среднеопасные (48-72 часов), 3 – малоопасные (24-48 часов), 4 – практически не опасные (6-12 часов). В зависимости от класса существуют ограничения по скорости ветра в момент обработки и расстоянию погранично-защитной зоны. Обработку растений следует проводить ранним утром или поздним вечером при температуре ниже 15 °С.

После того, как вопрос о вреде пестицидов рассматривался на уровне FAO, EPA и других международных и европейских организаций, на этикетках стало модным указывать, что препарат не вреден для пчел, если соблюдать регламенты применения и защиты насекомых [15]. Среди пчеловодов Франции, США, Германии существует мнение, что к массовой гибели пчел в конце 90-х годов XX века привело использование имидоклоприда [14], хотя не отрицаются и другие причины (изменения в окружающей среде, пестициды, борьба за питание, ошибки пчеловодов) [20].

В связи с изложенным выше, нами с целью оценки опасности гербицидов для теплокровных и пчел был проанализирован ассортимент гербицидов, используемых в посевах озимых зерновых культур в Беларуси.

Методика исследований. Токсичность гербицидов для теплокровных и пчел анализировали по справочнику «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» (2000, 2005 г.) [10, 11], «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» (далее «Государственный реестр…») (2008, 2009, 2017 г.), Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» (далее «Дополнение…») (2009, 2018 г.) [4, 5, 6, 3, 7], по справочникам и литературе по защите растений [1, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 6, 27, 28].

Результаты исследований. Анализируя ассортимент гербицидов, используемых в посевах озимых зерновых культур, можно констатировать, что их перечень постоянно увеличивается. Согласно справочнику за 2000 г. в посевах озимых зерновых культур было рекомендовано 43 гербицида; 2005 г. – 62; 2008-2009 гг. – 100; 2017-2019 гг. – 119 гербицидов.

При этом имеется большое различие в ассортименте рекомендованных гербицидов по культурам. Например, согласно «Государственного реестра…» (2017 г.) и «Дополнений..» (2018 и 2019 гг.) в посевах озимой ржи по сравнению с озимой пшеницей не зарегистрированы многие гербициды, например:

- из группы 2-ЭГЭ 2,4-Д кислота – Дротик, ККР; Элант, КЭ; Эндимион, КЭ; Эстерон, 564 г/л к.э.; Эстерон 600, КЭ,
- из группы – 2-ЭГЭ 2,4–Д кислота + флорасулам – Ассолюта, МК; Камаро, СЭ; Прима, СЭ; Прима Форте 195, СЭ;
- 2,4-Д кислота + дикамба кислота – Дикасорн, ВР; Дикопур Топ, ВР; Лаурук, ВР;
- бентазон - Бунт, ВР;
- изопротурон + дифлюфеникан - Нерта, КС; Гром, КС;
- из метрибузинсодержащих – Лазурит Супер, КНЭ; Соил, ВДГ; Экран, КС;
- трибенурон-метил – Аргамак, ВДГ; Гранат, ВДГ; Гранстар, 75 % с.т.с.; Трибун, СТС; Тример, ВГ; Тример, ВДГ;
- феноксапроп-П-этил – Овсюген Супер, КЭ; Оцелот, КЭ; Пума Супер 7.5, ЭМВ; Талака, КЭ; Ластик Экстра, КЭ.

Не рекомендованы для прополки посевов озимой ржи также такие гербициды, как Тринити, КС; Аксиал 50; Аксиал, КЭ; Паллас 45, МД; Боксер, КЭ; Атон, ВДГ; Хармони, 75 % с.т.с.; Агростар, ВДГ; Бомба, ВДГ; Серто Плюс, ВДГ, Старане Премиум 330, КЭ и другие.

В посевах озимого тритикале не зарегистрированы:

- из группы 2-ЭГЭ 2,4-Д кислота – Эндимион, КЭ;
- из группы – 2-ЭГЭ 2,4–Д кислота + флорасулам – Ассолюта, МК;
- 2,4-Д кислота + дикамба кислота – Дикопур Топ, ВР; Биолан Супер, ВР;
- бентазон – Бунт, ВР; Базагран, 480 г/л в.р.;
- трибенурон-метил – Тример, ВГ;
- феноксапроп-П-этил – Талака, КЭ;

Не разрешены к применению на озимом тритикале также такие гербициды, как Атон, ВДГ; Хармони, 75 % с.т.с.; Агростар, ВДГ; Серто Плюс, ВДГ и другие. В итоге возникают некоторые проблемы при проведении тендера по закупке.

Нами составлена таблица «Перечень гербицидов, рекомендованных для защиты озимых зерновых культур по классу опасности», согласно которой был определен процент пестицидов для каждого класса опасности (таблица).

Таблица – Перечень гербицидов, рекомендованных для защиты озимых зерновых культур по классу опасности (по «Государственному реестру….», 2017 г. и «Дополнению….», 2018 г.)

Торговое название, препаративная форма, действующее вещество, фирма	Культура			Класс опасности для теплокровных	Класс опасности для пчел
	пшеница озимая	тритикале озимое	рожь озимая		
1	*3*	*4*	*5*	6	7
2-ЭГЭ 2,4-Д кислота					
ДРОТИК, ККР	+	+	-	2	4
ЭЛАНТ, КЭ	+	+	-	2	3
ЭНДИМИОН, КЭ	+	-	-	3	3
ЭСТЕРОН, 564 г/л к.э.	+	+	-	3	4
ЭСТЕРОН 600, КЭ	+	+	-	3	4
2-ЭГЭ 2,4-Д кислота + дикамба кислота					
ЭЛАНТ ПРЕМИУМ, КЭ	+	+	+	2	4
2-ЭГЭ 2,4-Д кислот + йодосульфурон-метил-натрия + тиенкарбазон-метил + мефенпир-диэтил (антидот)					
ГУСАР АКТИВ ПЛЮС, МД	+	+	-	3	3
2-ЭГЭ 2,4–Д кислота + флорасулам					
АССОЛЮТА, МК	+	-	-	3	3
БАЛЕРИНА, СЭ	+	+	+	3	3
КАМАРО, СЭ	+	+	-	3	3
МЕТЕОР, СЭ	+	+	+	3	3
ПРИМА, СЭ	+	+	-	3	4
ПРИМА ФОРТЕ 195, СЭ	+	+	-	4	3
ПРИМАДОННА, СЭ	+	+	+	2	3
2-ЭГЭ 2,4–Д кислота + флуроксипир					
ДЖЕНТИС, КЭ	+	+	-	*3*	*3*
2-ЭГЭ 2,4-Д- кислоты + амидосульфурон + йодосульфурон-метил-натрий + мефенпир-диэтил					
СЕКАТОР ПЛЮС, МД	+	+	-	4	3
2,4-Д кислота					
БЕЙТОН, ВГ	+	+	+	3	4
2,4-Д, 720 г/л, в.р.к.	+	+	+	3	3
ДИКОПУР Ф, в.р.	+	+	+	3	4
2,4-Д кислота + дикамба кислота					
БИОЛАН СУПЕР, ВР	+	-	+	3	3
ДИАЛЕН СУПЕР, ВР	+	+	+	3	3
ДИАМАКС, ВР	+	+	+	2	3
ДИКАСОРН, ВР	+	+	-	3	3
ДИКОПУР ТОП, ВР	+	-	-	3	3
ЛАУРУК, ВР	+	+	-	3	4
Амидосульфурон					
КАСКАД, ВДГ	+	+	+	4	4

Продолжение таблицы

1	*3*	*4*	*5*	6	7
Амидосульфурон + йодосульфурон-метил-натрия + мефенпир-диэтил (антидот)					
СЕКАТОР ТУРБО, МД	+	+	+	2	4
Аминопиралид + флорасулам					
ЛАНЦЕЛОТ 450, ВДГ	+	+	+	3	4
Бентазон					
БАЗАГРАН, 480 г/л в.р.	+	-	+	3	4
БУНТ, ВР	+	-	-	3	3
Бентазон + МЦПА					
БАЗАГРАН М, 375 г/л в.р.	+	+	+	3	4
Дикамба кислота					
ДИАНАТ, ВР	+	-	+	*3*	*3*
Дикамба кислота в виде диметиламинной соли + флорасулам					
СПИКЕР, КЭ	+	+	-	3	3
Дикамба кислоты + хлорсульфурон					
КОВБОЙ СУПЕР, ВГР	+	+	+	3	3
ФЕНИЗАН, ВР	+	+	+	3	4
Изопротурон + дифлюфеникан					
ГРОМ, КС	+	+	-	2	4
КУГАР, КС	+	+	+	3	4
КУНИЦА, КС	+	+	+	3	4
ЛЕГАТО ПЛЮС, КС	+	+	+	3	3
МОРИОН, СК	+	+	+	3	3
ПИРАТ 600 КС	+	+	+	3	4
НЕРТА, КС	+	+	-	3	*3*
Дифлюфеникан + флорасулам + пеноксулам					
ФИКСИТ, КС	+	+	-	3	3
Йодосульфурон-метил-натрий + мефенпир-диэтил (антидот)					
АЛЬТАИР, МД	+	+	-	3	3
ГУСАР ТУРБО, МД	+	+	+	3	3
Йодосульфурон-метил-натрий + мезосульфурон-метил + дифлюфеникан + мефенпир-диэтил /антидот/					
АЛИСТЕР, МД	+	+	+	3	3
АЛИСТЕР ГРАНД, МД	+	+	+	3	3
Клопиралид					
АГРОН, ВР	+	-	-	3	4
АГРОН ГРАНД, ВДГ	+	+	-	3	4
БРИС, ВДГ	+	-	-	3	3
КЛОРИТ, ВР	+	-	-	3	3
ЛОРНЕТ, ВР	+	+	-	3	3
ЛОНТАГРО, ВР	+	-	-	4	3
ЛОНТРЕЛ 300, ВР	+	-	-	3	3

Продолжение таблицы

1	*3*	*4*	*5*	6	7
ОДИССЕЙ, ВР	+	-	-	3	4
ХАКЕР, ВРГ	+	+	+	3	3
Метрибузин					
ЗЕНКОР, ВДГ	+	+	+	3	4
ЗЕНКОР УЛЬТРА, КС	+	+	+	3	4
ЗОНТРАН, ККР	+	+	+	3	4
ЛАЗУРИТ, СП в водорастворимых пакетах	+	+	+	3	4
ЛАЗУРИТ Супер, КНЭ	+	+	-	3	3
МИСТРАЛ, ВДГ	+	+	+	3	3
МОЛБУЗИН, ВДГ	+	+	+	3	3
СОИЛ, ВДГ	+	+	-	3	3
ЭКРАН, КС	-	+	-	3	3
Метрибузин + трибенурон-метил					
ТАМЕРОН СУПЕР, ВДГ	+	+	+	3	3
Метрибузин + дифлюфеникан + флуфенацет					
КОМПЛИТ ФОРТЕ, КС	+	+	-	3	3
Метсульфурон-метил					
МАГНУМ, ВДГ	+	+	+	3	3
МЕТУРОН, ВДГ	+	+	+	3	3
Метсульфурон-метил + трибенурон-метил					
ПЛУГГЕР, ВДГ	+	+	-	3	3
ЭЛЛАЙ ЛАЙТ, ВДГ	+	+	+	4	3
МЦПА кислота					
АГРИТОКС, в.к.	+	+	+	3	4
АГРОКСОН, ВР	+	+	+	2	3
ГЕРБИТОКС, ВРК	+	+	+	3	4
ДИКОПУР М, в.р.	+	+	+	3	4
КОРТИК, ВР	+	+	-	3	4
МЕТАФЕН, ВРК	+	+	+	3	4
2М-4Х 750, в.р.	+	-	+	3	4
ХВАСТОКС 750, ВР	+	+	+	3	4
ХВАСТОКС ЭКСТРА, ВР	+	-	+	3	4
Пендиметалин					
СТОМП, 33 % к.э.	+	+	+	3	3
Пендиметалин + изопротурон					
МАРАФОН, ВК	+	+	+	3	3
Пендиметалин +хлортолурон+дифлюфеникан					
ТРИНИТИ, КС	+	+	-	3	3
Пиноксаден					
АКСИАЛ ПЛЮС 50, КЭ	+	+	-	3	3

Продолжение таблицы

1	*3*	*4*	*5*	6	7
АКСИАЛ, КЭ	+	+	-	4	3
Пироксулам					
ПАЛЛАС 45, МД	+	+	-	4	4
Пропоксикарбазон натрия					
АТРИБУТ, ВГ	+	+	+	3	4
Просульфокарб					
БОКСЕР, КЭ	+	+	-	3	3
Тифенсульфурон-метил					
АТОН, ВДГ	+	-	-	4	3
ГАРМОНИЯ, ВДГ	+	+	+	4	4
ХАРМОНИ, 75 % с.т.с.	+	-	-	4	4
Тифенсульфурон-метил + метсульфурон-метил					
АГРОСТАР, ВДГ	+	-	-	4	3
АККУРАТ ЭКСТРА, ВДГ	+	+	+	3	3
Тифенсульфурон-метил + трибенурон-метил					
КАЛИБР, ВДГ	+	+	+	4	3
ЛИБРА, ВДГ	+	+	+	4	3
Триасульфурон + дикамба					
ЛИНТУР, ВДГ	+	+	+	3	3
Трибенурон-метил					
АРГАМАК, ВДГ	+	+	-	4	3
ГАРМОНД, ВДГ	+	+	+	4	3
ГРАНД, ВДГ	+	+	+	3	3
ГРАНАТ, ВДГ	+	+	-	3	4
ГРАНСТАР, 75 % с.т.с.	+	+	-	3	4
ТАМЕРОН, 75 % в.д.г.	+	+	+	3	3
ТРИБУН, СТС	+	+	-	3	3
ТРИМЕР, ВГ	+	-	-	3	3
ТРИМЕР, ВДГ	+	+	-	3	3
Трибенурон-метил+метрибузин+дифлюфеникан					
ТАМЕТ ПЛЮС, ВДГ	+	+	+	2	4
Трибенурон- метил + флорасулам					
БОМБА, ВДГ	+	+	-	3	3
СТАТУС ГРАНД, ВДГ	+	+	-	3	3
ТАНДЕМ, ВДГ	+	+	+	4	3
Тритосульфурон + дикамба					
СЕРТО ПЛЮС, ВДГ	+	-	-	3	4
Феноксапроп-П-этил					
ЛАСТИК ЭКСТРА, КЭ	+	+	-	3	3
ОВСЮГЕН СУПЕР, КЭ	+	+	-	3	4

Продолжение таблицы

1	*3*	*4*	*5*	6	7
ОЦЕЛОТ, КЭ	+	+	-	2	3
ПУМА СУПЕР 7.5, ЭМВ	+	+	-	3	4
ТАЛАКА, КЭ	+	-	-	3	3
ФОКСТРОТ, ВЭ	+	+	+	3	4
Флуроксипир кислоты					
СТАРАНЕ ПРЕМИУМ 330, КЭ	+	+	-	3	3
Флурохлоридон					
РЕЙСЕР, КЭ	+	+	+	3	4
Флуртамон + флуфенацет + дифлюфеникан					
БАКАРА ФОРТЕ, КС	+	+	-	3	3
Флукарбазон натрий					
ЭВЕРЕСТ, ВДГ	+	+	-	3	4
ВСЕГО	**119**	**99**	**60**		

Примечание. «+» – есть регистрация, «-» – нет регистрации.

Согласно таблице при общем увеличении численности разрешенных гербицидов их экологическая опасность для теплокровных (по классу опасности) даже по отдельным культурам улучшилась. Гербициды первого класса опасности отсутствуют. В посевах озимой пшеницы по состоянию на 2008-2009 гг. гербициды 2 класса опасности составляли 4,0 %, в 2017-2018 гг. – 8,4 %; 3 класса – 76,9 и 78,2 %, 4 класса – 19,1 и 13,4 %; озимого тритикале эти показатели изменились также: 2 класса – с 4,7 до 10,1 %, 3 класса – 76,6 до 77,8 %, 4 класса – с 18,7 до 12,1 %; озимой ржи – 2 класса – с 6 до 10,0 %, 3 класса – 77,6 до 78,3 %, 4 класса – с 16,4 до 11,7 % (рисунок 1).

Это позволяет утверждать о высокой степени безопасности имеющегося ассортимента гербицидов для теплокровных животных, поскольку отмечается увеличение доли гербицидов второго класса (8,4-10,1 %). При этом важно констатировать, что гербициды третьего класса опасности по всем озимым зерновым культурам составляют 77,8-78,3 %, а четвертого – 11,7-13,4 %.

Оценка ассортимента разрешенных гербицидов по отношению к пчелам показала, что гербициды 1 и 2 класса опасности в посевах озимых зерновых культур в Беларуси не рекомендованы. Но, по сравнению с «Государственным реестром…» (2008-2009 гг.) в «Государственном реестре…» (2017 г.» и «Дополнении…» (2018 г.) увеличилась доля 3-го класса: в посевах озимой пшеницы с 11,3 до 61,3 %, озимого тритикале – с 17,1 до 60,6 %, озимой ржи – с 13,4 до 53,3 %. Соответственно, уменьшилась доля 4 класса опасности: у озимой пшеницы с 88,7 до 38,7 %, озимого тритикале – с 82,9 до 39,4 %, озимой ржи– с 88,6 до 46,7 % (рисунок 2).

По «Государственному реестру...», 2008 г. и «Дополнению ...», 2009 г. [4, 6]

По «Государственному реестру...», 2017 г. и «Дополнению ...», 2018 г. [3, 7]

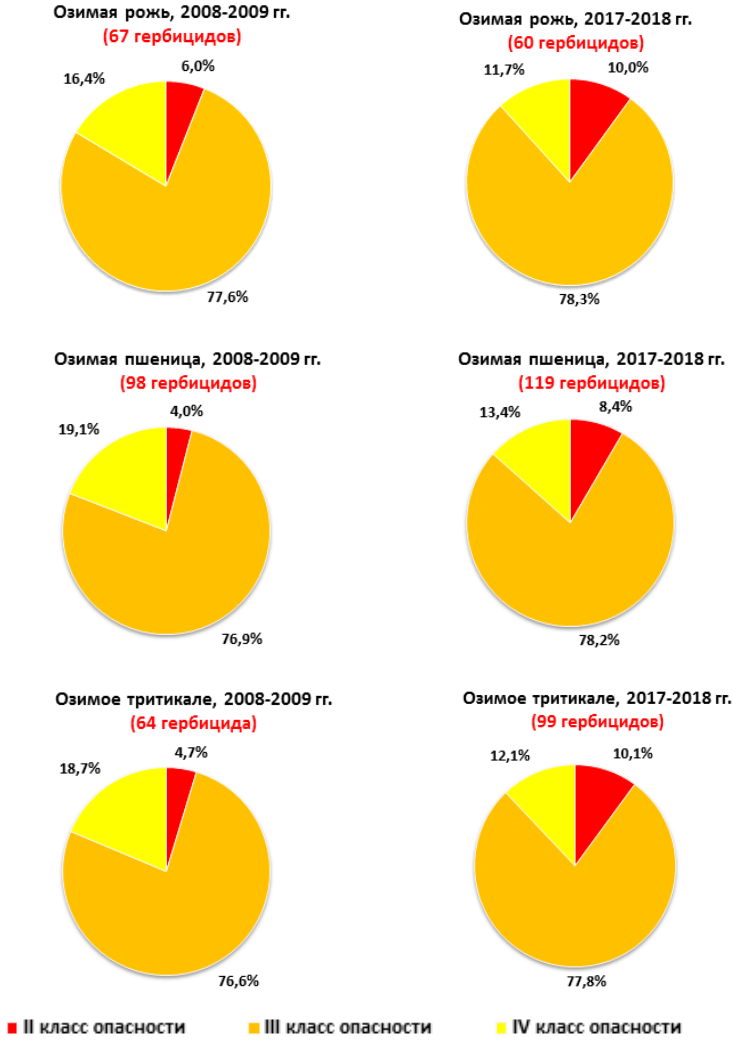


Рисунок 1 – Анализ ассортимента гербицидов по степени опасности для теплокровных, разрешенных в посевах озимых зерновых культур в Беларуси

По «Государственному реестру...», 2008 г. и «Дополнению ...», 2009 г. [4, 6]

По «Государственному реестру...», 2017 г. и «Дополнению ...», 2018 г. [3, 7]

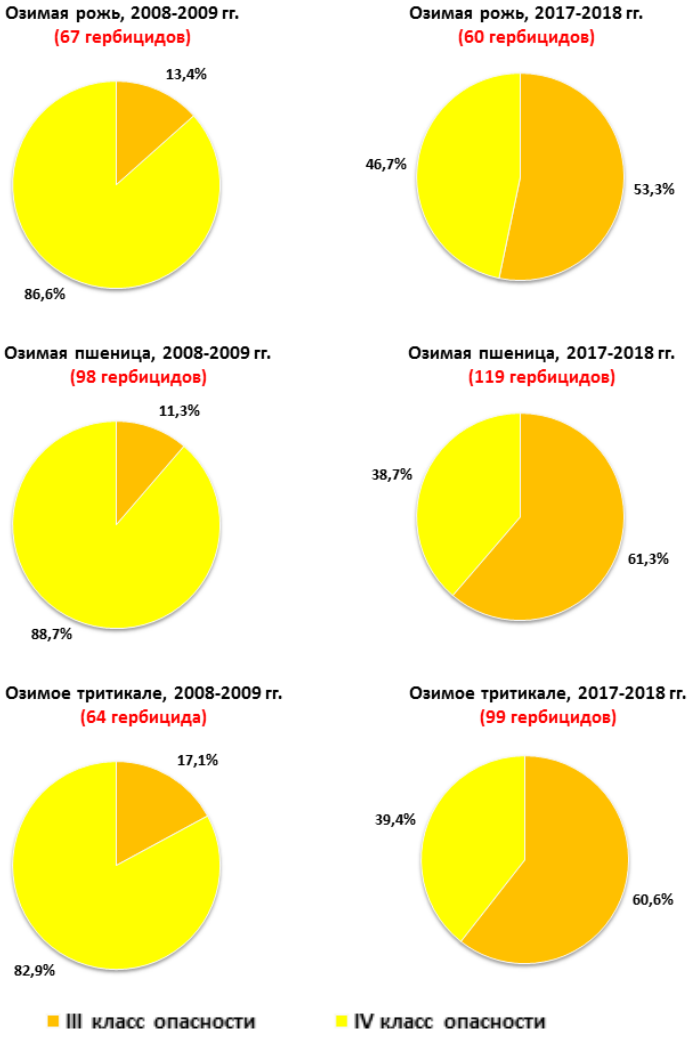


Рисунок 2 – Анализ ассортимента гербицидов по степени опасности для пчел, разрешенных в посевах озимых зерновых культур в Беларуси

Таким образом, учитывая, что меры безопасности 3 и 4 класса для пчел достаточно близки, можно утверждать о высокой степени безопасности имеющегося ассортимента гербицидов для пчел: до 53,3-61,3 % составляют гербициды 3 класса опасности и 38,7-46,7 % – 4 класса.

Выводы. Можно констатировать, что ассортимент гербицидов постоянно увеличивается: в посевах озимой пшеницы он составляет 119, озимой тритикале – 99, озимой ржи – 60 препаратов, что создает достаточно проблем при проведении тендера по закупке.

Данные говорят о высокой степени безопасности имеющегося ассортимента гербицидов для теплокровных животных, поскольку отмечается увеличение доли гербицидов второго класса (высокотоксичные) – 8,4-10,1 %. При этом важно констатировать, что гербициды третьего класса опасности (среднетоксичные) по всем озимым зерновым культурам составляют 77,8-78,3 %, а четвертого (малотоксичные) – 11,7-13,4 %.

Можно утверждать о высокой степени безопасности имеющегося ассортимента гербицидов для пчел: до 53,3-61,3 % составляют гербициды 3 класса опасности (малоопасные) и 38,7-46,7 % – 4 класса (практически не опасные для пчел).

Список литературы

1. Безуглов, В. Г. Применение гербицидов в интенсивном земледелии. – 2-е изд., доп./ В. Г. Безуглов. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 205 с.

2. Вредные вещества, классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. – Введ.01.01.77 // Охрана труда. Типовые инструкции и правила. – М., 2009. – 5 с. – Издание на др. носителе: ГОСТ 12.1.007–76. – (Система стандартов безопасности труда).

3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.

4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению в Республике Беларусь / Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: Белбланкавыд, 2008. – 460 с.

5. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: Справочное издание / авт.- сост.: Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: Инфофорум, 2011. – 544 с.

6. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / авт. – составители: Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск.: ООО «Ифофорум», 2009. – 64 с.

7. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2018. – 48 с. (Постановление от 22 декабря 2018 года).

8. Засоренность посевов Беларуси в 2007 году и прогноз засоренности на 2008 год / С. В. Сорока [и др.] // Обзор распространения 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.

9. Инструкция по профилактике отравления пчел пестицидами: утв. ГАП СССР 1989: текст по сост. на май 2005 г. // Белорус. сел. хоз–во. – 2005. – № 5. – С. 57–59.

10. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь. Справочное издание / Р. А. Новицкий [и др.]. – Мн.: ООО «Инфофорум», 2005. – 416 с.

11. Каталог пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь на 2000–2010 годы / А. В. Будько [и др.]. – Минск: Ураджай, 2000. – 295 с.

12. Кравцов, В. А. Препараты для защиты растений. – Справочник / В. А. Кравцов, Н. М. Голышин. – М.: Колос, 1984. – 175 с.

13. Крафтс, А. Химия и природа действия гербицидов / А. Крафтс; пер. с англ. Ю. А. Баскакова [и др.]; под. ред. Н. Н. Мельникова. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 319 с.

14. Крюк, Ф. О пчелах и не только / Ф. Крюк, И. Зайцева // Новое сельское хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 32–33.

15. Крючков, А. Подпорченное здоровье пчел / А. Крючков // Зерно. – 2015. – № 8. – С. 128–131.

16. Майер-Боде, Г. Гербициды и их остатки / Г. Майер-Боде, пер. с нем. А. И. Волкова [и др.]; под. ред. Н. Н. Мельникова. – М.: «Мир», 1972. – 560 с.

17. Мельников, Н. Н. Пестициды и окружающая среда / Н. Н. Мельников, А. И. Волков, О. А. Короткова. – М.: Химия, 1977. – 240 с.

18. Мельников, Н.Н. Химия гербицидов и регуляторов роста / Н. Н.Мельников, Ю. А. Баскаков. – М.: Госуд. науч.-техн. изд-во химической литературы, 1962. – 724 с.

19. Мельников, Н. Н. Химия пестицидов / Н. Н. Мельников. – М.: Изд-во « Химия», 1968. – 496 с.

20. Пчелы летают без границ. / Подгот.: Г. Сафронская // Белорус. сел. хоз-во. – 2017. № 14.– С 68–73.

21. Справочник по защите растений / В. А. Захаренко [и др.]; под ред. Ю. Н.Фадеева; Сост. А. Ф. Ченкин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 415 с.

22. Справочник по пестицидам (гигиена применения и токсикология) / под. ред. А. И. Медведя. – 2-е изд. испр. и доп. – Киев: Урожай, 1977. – 376 с.

23. Стонов, Л. Д. Гербициды / Л. Д.Стонов, Т. А. Сергеева. – М.: «Химия», 1969. – 220 с.

24. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 176 с..

25. Химическая защита растений / Г. С. Груздев [и др.]; под ред. Г. С. Груздева. – 2–е изд., перераб. и допол. – М.: Колос, 1980. – 448 с.

26. Чесалин, Г. А. Справочник по гербицидам / Г. А. Чесалин, А. М. Алиев, В.Ф. Ладонин. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 192 с.

27. Шамшурин, А. А. Физико-химические свойства органических ядохимикатов и регуляторов роста. Справочник / А. А. Шамшурин, М. З. Кример. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во «Наука», 1966. – 172 с.

28. Шамшурин, А. А. Физико-химические свойства пестицидов. Справочник / А. А. Шамшурин, М. З. Кример. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во «Химия», 1976. – 328 с.

S.V. Soroka[1], L.I. Soroka[1], N.V. Kabzar[1], R.V. Korpanov[1], A.R. Tsyganov[2]
[1]RUE «Institute of Plant Protection», ac. Priluki, Minsk region
[2]Belarusian State Technological University, Minsk

DANGER OF HERBICIDES FOR WARM-BLOODED AND BEES IN WINTER GRAIN CROPS IN BELARUS

Annotation. It is shown that the assortment of herbicides permitted in winter grain crops makes 119, winter triticale – 99, winter rye – 60 preparations, what creates quite a lot of problems during the tender for the purchase. By danger for warm-blooded the second class of danger herbicides have become safer (high toxic) have made 8,4-10,1%, the third class (medium toxic) -77,8-78,3%, the forth (little toxic) 11,7-13,4%. Taking into account the fact that the safety measures of the third and forth class of danger herbicides for bees are quite close, one can approve a high degree of safety of the herbicide assortment for bees at the disposal as for winter grain crops a share of the 3-rd class of danger herbicides is increased (little dangerous) – 53,3-61,3% and a share of the little class of danger is decreased (practically non-dangerous for bees) – 38,7-46,7%.

Key words: winter grain crops (rye, wheat, triticale), danger for warm-blooded animals and bees.

УДК 633.15:632.51:631.55

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

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ ВРЕДОНОСНОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ СМЕШАННОМ ТИПЕ ЗАСОРЕНИЯ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

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

Аннотация. В результате проведенных исследований определен биологический порог вредоносности сорных растений при смешанном типе засорения (50 % – однодольные и 50 % – двудольные) в посевах кукурузы, возделываемой на зерно, который составил 3,5 шт/м^2 – в 2016 г., 1,6 – в 2016 г. и 3,4 шт/м^2 – в 2018 г., в среднем за три года исследований – 2,8 шт/м^2.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, сорные растения,потери урожая, структура урожая, биологический порог вредоносности.

Введение. Резервы повышения урожайности зерновых культур и кукурузы, как показывают литературные источники, еще не исчерпаны, поскольку имеют место потери урожая зерна и зеленой массы при выращивании, обработке, транспортировке и уборке культур. Для решения задачи по получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур наряду с организационно-хозяйственными мероприятиями, существенными являются и мероприятия по эффективному очищению полей и посевов от сорных растений, которые заметно снижают урожайность культур [8].

Сорные растения являются причиной значительных потерь урожая. Размеры которых зависят от конкурентных взаимоотношений культурных и сорных растений. Конкуренция является сложным явлением, определяемым различными биологическими и внешнесредовыми факторами. К последним относится густота стояния растений, соотношение видов, пространственное их расположение и т.д. [4]. Защита кукурузы от сорной растительности осложняется несколькими факторами. К ним, в первую очередь, относится комплексная засоренность посевов [7].

Из-за позднего смыкания рядков кукурузы сорняки растут как в рядах, так и в междурядьях и конкурируют с культурой за основные факторы жизнедеятельности. Потери урожая зерна кукурузы составляют более 60 %, зеленой массы – более 40 % [9].

Подбор гербицидов, решение о необходимости и сроках проведения обработок принимается на основе анализа видового состава сорных растений, разработанных биологических и экономических порогов,

критического периода вредоносности сорняков, что позволяет научно обосновать применение гербицидов в посевах кукурузы.

В связи с тем, что биологические пороги вредоносности однолетних двудольных сорных растений, проса куриного и пырея ползучего в Беларуси установлены, а в посевах кукурузы присутствует смешанный тип засорения, то целью наших исследований являлось оценка влияния разной плотности засорения однодольными и двудольными сорными растениями на урожайность культуры и определение порогов вредоносности сорняков.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили по общепринятым методикам (метод постоянных площадок) [5, 6], в 2016-2018 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Почва опытного поля (аг. Прилуки Минского района Минской области) дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Минеральные удобрения вносили в предпосевную культивацию из расчета $N_{90}P_{60}K_{90}$ (по д. в.). Норма высева кукурузы 100 тыс. всхожих зерен/га, ширина междурядий – 70 см. Посев кукурузы проводили в первую декаду мая. Повторность опыта шестикратная, общая площадь делянки составляла 3 м^2, учетная – 1 м^2. Расположение делянок последовательное.

Сформированное количество сорняков поддерживали на протяжении всего периода вегетации культуры (50 % - однодольные и 50 % - двудольные сорные растения). Из однодольных сорных растений в посевах оставляли просо куриное и пырей ползучий, из двудольных – марь белую, горец шероховатый, горец вьюнковый, галинсогу мелкоцветную.

Схема опыта

1. Чистые посевы (контроль с ручной прополкой).
2. Кукуруза + 6 сорняков/м^2.
3. Кукуруза + 10 сорняков/м^2.
4. Кукуруза + 14 сорняков/м^2.
5. Кукуруза + 18 сорняков/м^2.
6. Кукуруза + 24 сорняков/м^2.
7. Кукуруза + 40 сорняков/м^2.
8. Естественное засорение.

Перед уборкой урожая сорняки вырывали, взвешивали их надземную массу. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову[2].

Порог вредоносности определяли путем сравнения достоверного снижения урожайности культуры в вариантах с различной плотностью сорных растений к контролю с ручной прополкой.

Для расчета связи между засоренностью посевов и урожайностью

сельскохозяйственных культур использовали линейную функцию. Эта зависимость описана с помощью уравнения регрессии [1, 3].

Y – урожайность кукурузы при данной засоренности, ц/га;

A – максимально возможная урожайность культуры при полном отсутствии сорных растений в посеве, ц/га;

в – коэффициент вредоносности сорных растений, показывающий изменение урожайности культуры при изменении засоренности на единицу;

x – показатель засоренности на единицу площади, шт/м^2 (г/м^2).

Результаты исследований и их обсуждение. Метеорологические условия вегетационных периодов за годы исследований различались и оказывали существенное влияние на рост и развитие культуры и сорных растений.

Вегетационный сезон 2016 г. был теплым с недостаточным количеством влаги. Первые всходы кукурузы появились на 10-е сутки после сева. Май и июнь были теплее среднемноголетних показателей, соответственно теплее, на 2,7 и 2,9 °С с дефицитом осадков – 88,3 и 65,4 % от уровня среднемноголетних данных. В июле отмечен температурный режим на 1,8°С выше уровня среднемноголетних значений с избыточным количеством осадков (151,6 % от нормы).

Температурные показатели мая 2017 г. были близки к среднемноголетним показателям, но характеризовались недостаточным количеством осадков. Так, средняя температура воздуха составляла 13,0 °С при норме 12,7 °С. За месяц сумма осадков составляла 28,1 мм при норме 61,0 мм.

В первой декаде июня температура воздуха в среднем составляла 14,5 °С с суммой осадков 8,2 мм (норма 25,0 мм). Во второй декаде месяца температура воздуха была выше на 1,6 °С среднемноголетних показателей с пониженным количеством осадков. В целом средняя температура воздуха за июнь составляла 16,4 °С при норме 16,0 °С, сумма осадков составляла 53,1 мм, что на 29,9 мм ниже нормы.

Июль характеризовался повышенным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. В первой декаде июля средняя температура воздуха составляла 17,9 °С, что на 2,3 °С выше нормы. За декаду выпало 17,2 мм осадков или 59,3 % от нормы. Во второй декаде температура воздуха была на 1,3 °С ниже нормы и составляла 17,3 °С. Сумма осадков за декаду составляла 26,7 мм (норма 29,0 мм). В целом за июль температура воздуха превышала норму на 0,6 °С. Осадков за месяц выпало 149,8 мм при норме 90,0 мм.

Май 2018 г. характеризовался повышенным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. Так, средняя температура воздуха составляла 16,1 °С при норме 12,7 °С. За месяц сумма осадков

составляла 54,0 мм при норме 61,0 мм. В первой декаде июня температура воздуха в среднем составляла 15,3 °С. В течение декады осадков не отмечено (0,0 мм) при норме 24,0 мм. Средняя температура воздуха в третьей декаде июня составляла 16,5 °С, что ниже нормы на 0,4 °С при выпадении осадков 27,0 мм. В целом средняя температура воздуха за июнь составляла 16,3 °С при норме 16,0 °С, сумма осадков составляла 44,0 мм, что на 39,0 мм ниже нормы.

Температурные показатели июля были близки к среднемноголетним показателям и избыточным количеством осадков. В целом за июль температура воздуха превышала норму на 1,2 °С. Осадков за месяц выпало 202,0 мм при норме 90,0 мм.(таблица 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели вегетационных периодов 2016-2018 гг. (по данным агрометеостанции Минск Республиканского Гидрометеоцентра)

Месяц	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднемноголетняя	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднемноголетняя
Май	15,4	13,0	16,1	12,7	53,7	28,1	54,0	61,0
Июнь	18,8	16,4	16,3	16,0	54,3	53,1	44,0	83,0
Июль	19,5	18,3	18,9	17,7	136,4	149,8	202,0	90,0

Как показали результаты исследований, чем выше засоренность, тем больше потери урожая зерна кукурузы. Так, при произрастании в посевах кукурузы 6 шт/м^2 сорных растений потери составляли 5,3-21,2 ц/га, 10 шт/м^2 – 13,9-36,8 ц/га, 14 шт/м^2 –16,3-46,9 ц/га (таблица 2).

В результате статистической обработки полученных данных установлена тесная зависимость между урожайностью культуры, численностью и массой сорных растений. По годам исследований коэффициенты корреляции составили - 0,54-0,74 по численности и – 0,69-0,85 – по массе. В практике наиболее удобным показателем порога вредоносности сорняков является их численность на 1 м^2, чем их вегетативная масса.

Коэффициент детерминации (r^2) показывает, что урожайность зерна кукурузы на 30,0-55,0 % зависела от численности сорняков и на 42,0-72,0 % – от их массы. Коэффициент вредоносности (B_d) составил 0,04-0,33 ц/га по численности и 0,008-0,03 ц/га – по массе (таблица 3).

С увеличением количества сорных растений наблюдалось уменьшение длины початка, количества зерен и их массы с початка. В вариантах, где не произрастали сорные растения, длина початка за годы исследований колебалась от 12,5 до 18,2 см, а при естественном засорении от 6,1 до 8,5 см. Сходная тенденция наблюдалась и по количеству зерен в початке и их массе (таблица 4).

Таблица 2 – Влияние смешанного типа засоренности на урожайность кукурузы, выращиваемой на зерно (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Количество сорных растений, шт/м^2	Масса сорных, г/м^2	Урожайность зерна кукурузы, ц/га	Снижение урожайности, ц/га
2016 г.			
0	-	34,7	-
6	150,4	29,4	5,3
10	211,5	20,8	13,9
14	308,6	18,4	16,3
18	260,3	17,1	17,6
24	287,3	12,8	21,9
40	351,8	7,5	27,2
Естественное засорение (277,2)	1162,4	2,3	32,4
$НСР_{05}$		3,1	
Порог вредоносности 3,5 растений/м^2			
2017 г.			
0	-	79,0	-
6	368,3	57,8	21,2
10	457,4	42,2	36,8
14	566,3	40,0	39,0
18	595,7	24,0	55,0
24	633,6	18,7	60,3
40	741,4	12,3	66,7
Естественное засорение (358,0)	2653,9	6,8	72,2
$НСР_{05}$		5,5	
Порог вредоносности **1,6** растений/м^2			
2018 г.			
0	-	102,7	-
6	966,5	90,4	12,3
10	1254,3	75,8	26,9
14	1520,3	55,8	46,9
18	1697,7	50,0	52,7
24	1783,3	33,9	68,8
40	2139,3	17,3	85,4
Естественное засорение (137,2)	4747,2	8,8	93,9
$НСР_{05}$		7,0	
Порог вредоносности **3,4** растений/м^2			

Таблица 3 – Вредоносность сорных растений при смешанном типе засорения в посевах кукурузы, возделываемой на зерно (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год исследований	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент детерминации, r^2	Коэффициент вредоносности, B_d, ц/га
2016	Зависимость урожайности от численности сорных растений			
	Y=21,7-0,08x	-0,68	0,47	0,04
	Зависимость урожайности от массы сорных растений			
	Y=26,2-0,02x	-0,8	0,64	0,03
2017	Зависимость урожайности от численности сорных растений			
	Y=41,6-0,11x	-0,54	0,3	0,33
	Зависимость урожайности от массы сорных растений			
	Y=50,9-0,02x	-0,69	0,42	0,008
2018	Зависимость урожайности от численности сорных растений			
	Y=71,9-0,56x	-0,74	0,55	0,31
	Зависимость урожайности от массы сорных растений			
	Y=91,4-0,02x	-0,85	0,72	0,01

Примечание: Y – урожайность при данной засоренности, ц/га; X – показатель засоренности на единицу площади, шт/м², г/м²

Таблица 4 – Влияние смешанного типа засорения на структуру урожая зерна кукурузы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016-2018 гг.)

Количество сорных растений, шт/м²	Показатели продуктивности кукурузы								
	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт	Масса зерен с початка, г	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт	Масса зерен с почат-ка, г	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт	Масса зерен с почат-ка, г
	2016 г.			2017 г.			2018 г.		
0	12,5	323,2	56,4	15,2	429,7	77,8	18,2	512,6	123,4
6	12,3	273,2	49,4	13,1	373,3	63,1	16,7	453,4	121,2
10	9,7	236,2	45,6	12,9	350,5	49,6	14,4	429,8	106,4
14	9,9	223,1	41,5	11,6	335,0	51,9	13,3	386,7	90,6
18	9,4	208,0	39,1	11,7	308,9	40,2	12,4	363,2	83,9
24	8,7	197,3	34,0	10,6	301,9	33,5	11,4	335,1	74,2
40	8,1	173,5	26,3	10,5	295,8	23,1	9,7	250,4	53,0
Естественное засорение	6,1	115,9	18,7	8,4	176,9	17,9	8,5	186,9	33,2
$НСР_{05}$	4,3	42,8	7,3	5,7	71,7	6,7	7,8	65,3	15,0

Заключение. Вредоносность сорняков в посевах кукурузы зависит как от численности, так и от их вегетативной массы. Порог вредоносности сорных растений при смешанном типе засорения, при котором происходит достоверное снижение урожая зерна кукурузы, составил 3,5 растений на

1 м^2 – в 2016 г; 1,6 – в 2017 г. и 3,4 шт. на 1 м^2 – в 2018 г. Потери урожая зерна в вариантах с естественным засорением составили 32,4-93,9 ц/га.

Список литературы

1. Андреев, А.С. Вредоносность сорняков в посевах льна / А.С. Андреев, П.М. Лазаускас // Защита растений. – 1978. – №4. – С. 27–28.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропроиздат, 1985. – 351 с.
3. Лазаускас, П.М. Теоретические основы и практические возможности совершенствования способов нехимической борьбы с сорной растительностью / П.М. Лазаускас // Ахова раслін. – 2001. – №3. – С. 21–23.
4. Лунева, Н.Н. Засоренность посевов зерновых сельскохозяйственных культур и тенденция ее изменчивости в ростовской области / Н.Н. Лунева, Е.И. Кириленко // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI века: материалы второго Всерос. науч. – произв. совещ., Голицыно, 17-20 июля 2000 г. / ВНИИФ; редкол.: Ю.Я. Спиридонов [и др.]. – Голицыно, 2000. – С. 42–47.
5. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г.С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23с.
6. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВИЗР. – Л., 1973. – 20 с.
7. Синицина, О.Б. Комплексное применение средств защиты кукурузы от сегетальной растительности / О.Б. Синицина // Материалы междунар. науч.-техн. конф.: «Достижение науки агропромышленному производству». Челябинская государственная агроинженерная академия. – Челябинск. – 2011. – Ч. 7. – С. 170–175.
8. Сорока, С.В. Стратегия и тактика борьбы с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / С.В. Сорока, К.П. Паденов // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия. Селекция и защита растений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 1-2 июля 2004 г. / под общ. ред. М.А. Кадырова. – Минск, 2004. – Т. 2. – С. 133–138.
9. Сташкевич, А.В. Гербициды на страже урожая кукурузы / А.В. Сташкевич, С.В. Сорока, С.А. Колесник // Земледелие и защита растений: приложение № 2. – 2017. – С. 31–32.

A.V. Stashkevich, S.A. Kolesnik, N.S. Stashkevich, L.I.Soroka
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

BIOLOGICAL THRESHOLD OF WEEDS HARMFULNESS AT MIXED TYPE OF WEED INFESTATION IN CORN CROPS FOR GRAIN

Annotation. As a result of carried out researches the biological threshold of weeds harmfulness at mixed type of weed infestation is determined (50 % - monocotyledonous and 50 % - dicotyledonous) in corn crops, cultivated for corn, which has made 3,5 pcs/m^2 – in 2016 , 1,6 – in 2016 and 3,4 pcs/m^2 - in 2018, on the average, for three years of researches - 2,8 pcs/m^2.

Key words: corn for grain, weeds, yield losses, yield structure, biological threshold of harmfulness.

УДК 633.15:632.954

А.В. Сташкевич, С.А. Колесник, Н.С. Сташкевич, А.А. Цыганова
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЕЕ ЗАЩИТЫ

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

Аннотация. В результате проведенных в 2016-2018 гг. маршрутных обследований полей, занятых кукурузой, установлено, что до проведения защитных мероприятий засоренность посевов кукурузы составляет 277,4-331,9 шт/м^2. Доминируют из однолетних сорняков - просо куриное, марь белая, фиалка полевая и др.; из многолетних - пырей ползучий и виды осота.

Установлено, что баковые смеси гербицидов при внесении в фазе 3-5 листьев культуры, эффективно подавляют однолетние и многолетние двудольные и злаковые сорные растения, включая такие трудноискоренимые сорняки как пырей ползучий, осот полевой, дрему белую и бодяк полевой. Их биологическая эффективность была на уровне 92,0-99,0 %.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, гербицид, баковые смеси гербицидов, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. Анализ данных производства зерна кукурузы показывает, что в большинстве стран мира происходит расширение площадей посева, увеличение урожайности и валовых сборов зерна этой культуры, что отвечает мировым тенденциям производства высокоэнергетического корма для животноводства и сырья для промышленности [10].

В системе мероприятий, позволяющих поднять эффективность производства сельскохозяйственной продукции, важная роль отводится борьбе с сорняками [2]. Из-за позднего смыкания рядков кукурузы сорняки растут как в рядах, так и в междурядьях и конкурируют с культурой за основные факторы жизнедеятельности [9]. Известно, что засоренность посевов сорными растениями сильно осложняет проведение сельскохозяйственных работ. Уничтожение и подавление их одними агротехническими и фитоценотическими способами не всегда дает желаемые результаты, поэтому для этого используют гербициды [2].

Для проведения успешной борьбы с сорными растениями на посевах сельскохозяйственных культур необходимо анализировать видовой состав и учитывать пороги вредоносности наиболее распространенных сорняков [4]. Проведение учетов засоренности до внесения гербицидов позволяет подобрать и приобрести более безопасные и высокоэффективные препараты для защиты посевов от сорных растений.

Приемом, повышающим эффективность защиты кукурузы в условиях сложного типа засорения посевов, является применение баковых смесей гербицидов различного спектра активности, ориентируясь на критерии экономичности и безопасности препаратов [7]. В частности, для усиления фитотоксического действия препаратов на основе мезотриона, целесообразно применять смесь с гербицидами на основе никосульфурона. Также доказана эффективность сочетания препаратов на основе никосульфурона с римсульфуроном или форамсульфурона с дикамбой [8].

Среди задач, решаемых за счет комбинирования действующих веществ, на первом месте стоит расширение спектра действия препаратов и целенаправленное ограничение рисков в развитии резистентности к применяемым самостоятельно компонентам [3].

Целью исследований было изучение видового состава сорных растений и оценка биологической и хозяйственной эффективности комбинированных гербицидов и их баковых смесей в борьбе с наиболее трудноискоренимыми сорняками в посевах кукурузы.

Материалы и методика проведения исследований. Маршрутные обследования посевов на засоренность проводили в хозяйствах республики до проведения защитных мероприятий согласно общепринятым методикам [1, 5]. Маршрут устанавливали с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенные разности республики. Историю полей, их агротехнические характеристики устанавливали путем собеседования с агрономами хозяйств.

Исследования по изучению эффективности гербицидов проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2016-2018 гг. в соответствии с «Методическими указаниями…» [6] на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, pH почвы – 6,16, гумус – 2,0 %. Агротехника возделывания кукурузы (Гарни, КС) общепринятая для Республики Беларусь. Кукуруза возделывалась в монокультуре. Норма высева 100 тысяч всхожих зерен/га. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию из расчета - $N_{90}P_{60}K_{90}$. Сев проводили 5 мая 2016 г., 18 мая 2017 г. и 3 мая 2018 г. повторность опыта четырехкратная. Площадь учетной делянки 20 м^2. Расположение делянок рендомизированное. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» согласно схемы опыта. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Для изучения эффективности комбинированных гербицидов и их баковых смесей против наиболее трудноискоренимых сорняков в фазе 3-5 листьев кукурузы заложили полевой опыт с применением следующих гербицидов: Сатурн дуо, МД (мезотрион, 55 г/л + никосульфурон, 40 г/л); Метеор, СЭ (ЭГЭ 2,4-Д кислоты, 300 г/л + флорасулам, 6,25 г/л); Элюмис, МД (мезотрион, 75 г/л + никосульфурон, 30 г/л); Балерина,

СЭ (ЭГЭ 2,4-Д кислоты, 410 г/л + флорасулам, 7,4 г/л); МайсТер Пауэр, МД (форамсульфурон, 31,5 г/л + йодосульфурон-метил натрий, 1 г/л + тиенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамид, 15 г/л) и Дианат, ВР (дикамба кислоты, 480 г/л).

Схема опыта:

1. Контроль без прополки.
2. Сатурн дуо, МД – 1,5 л/га (эталон 1).
3. Сатурн дуо, МД + Метеор, СЭ – 1,25 л/га + 0,6 л/га.
4. Элюмис, МД – 1,5 л/га (эталон 2).
5. Элюмис, МД + Балерина, СЭ – 1,25 л/га + 0,5 л/га.
6. МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га (эталон 3).
7. МайсТер Пауэр, МД + Дианат, ВР– 1,25 л/га + 0,4 л/га.

Количественно-весовой учет засоренности проводили через месяц после внесения гербицидов. За ростом и развитием растений велись фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. По данным маршрутных обследований, проведенных в 2016 - 2018 гг., установлено, что в среднем по республике до проведения защитных мероприятий засоренность полей кукурузы составила 277,4-331,9 шт/м^2. Из однолетних сорняков доминировали просо куриное (68,2-134,3 шт/м^2), марь белая (46,8-62,2), фиалка полевая (14,0-39,0), паслен черный (2,5-28,4), виды горца (16,9-23,7 шт/м^2); из многолетних - пырей ползучий (28,1-33,2 стеблей/м^2) и виды осота (2,0-8,3 шт/м^2) (таблица 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов кукурузы основными видами сорных растений перед проведением защитных мероприятий (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений»)

Сорные растения	Численность сорных растений, (шт., стеблей/м^2)		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Просо куриное	68,2	73,2	134,3
Порог вредоносности проса куриного – 8,3 - 16,6			
Пырей ползучий	30,1	28,1	33,2
Порог вредоносности пырея ползучего – 15,5-28,0			
Марь белая	62,2	60,5	46,8
Фиалка полевая	39,0	20,3	14,0
Виды горца	19,2	23,7	16,9
Паслен черный	28,4	2,5	10,5
Трехреберник непахучий	7,0	9,8	4,6
Порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений – 3-10			
Виды осота	8,3	2,9	2,0
Дрема белая	2,2	1,8	5,1
Всех сорных растений	331,9	277,4	302,6

В связи с высокой степенью засоренности полей необходимо применение гербицидов на всех посевных площадях, занятых кукурузой.

Против наиболее трудноискоренимых сорняков в посевах культуры применяли в фазе 3-5 листьев баковые смеси гербицидов Сатурн дуо, МД + Метеор, СЭ; Элюмис, МД + Балерина, СЭ и МайсТер Пауэр, МД + Дианат, ВР.

При их внесении в условиях 2016 г. гибель сорных растений составила 95,3-98,8 %, при снижении вегетативной массы на 98,3-99,3 %. Полностью (100 %) погибли марь белая и просо куриное. Эффективность против осота полевого составила 84-100 % по численности и 97-100 % – по массе, бодяка полевого – 90,5-95,2 % и 88,4-94,5 %, соответственно. Количество стеблей пырея ползучего уменьшилось на 94-100 %, их масса – на 93,9-100 %. В результате применения баковых смесей гибель дремы белой составила 80 %, ее вегетативная масса снизилась на 97,1-99,2 %. Сохраненный урожай зерна кукурузы составил 80,8-97,2 ц/га, зеленой массы - 372,0-540,4 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность комбинированных гербицидов и их баковых смесей в посевах кукурузы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2016 г.)

Вариант	марь белой	просо куриного	пырея ползучего	осота полевого	бодяка полевого	дремы белой	всех сорняков
Гибель сорных растений, % к контролю без прополки							
Контроль без прополки*	150,0	70,0	149,0	25,0	21,0	5,0	678,0
Сатурн дуо, МД – 1,5 л/га	98,7	100	100	68,0	90,5	80,0	95,6
Сатурн дуо, МД + Метеор, СЭ – 1,25 + 0,6 л/га	100	100	97,3	88,0	95,2	80,0	96,8
Элюмис, МД – 1,5 л/га	99,3	100	99,3	80,0	90,5	80,0	94,5
Элюмис, МД + Балерина, СЭ – 1,25 + 0,5 л/га	100	100	94,0	84,0	95,2	80,0	95,3
МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га	100	100	99,3	88,0	85,7	80,0	97,6
МайсТер Пауэр, МД + Дианат, ВР– 1,25 + 0,4 л/га	100	100	100	100	90,5	80,0	98,8
Снижение массы сорных растений, % к контрою без прополки							
Контроль без прополки*	1845,0	248,0	231,0	533,0	199,0	242,0	4718,0
Сатурн дуо, МД – 1,5 л/га	99,3	100	100	91,9	87,6	89,3	97,0
Сатурн дуо, МД + Метеор, СЭ – 1,25 + 0,6 л/га	100	100	97,4	97,0	94,5	97,1	98,6
Элюмис, МД – 1,5 л/га	99,4	100	99,1	95,5	82,9	90,9	96,5
Элюмис, МД + Балерина, СЭ – 1,25 + 0,5 л/га	100	100	93,9	97,4	91,0	97,9	98,3
МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га	100	100	99,6	97,2	76,4	95,9	98,2
МайсТер Пауэр, МД + Дианат, ВР– 1,25 + 0,4 л/га	100	100	100	100	88,4	99,2	99,3

*** В контроле без прополки – численность сорных растений, шт/м^2 (масса, г/м^2).**

В 2017 г. эффективность баковых смесей была высокой: на 92,9-93,8 % снижалась численность сорных растений, на 96,0-97,2 % – их масса. Из многолетних двудольных сорняков баковые смеси подавляли осот полевой на 87,5-100 % по численности и на 86,5-100 % - по массе и бодяк полевой – на 94,1 и 90,3-96,8 %, соответственно. Гибель многолетнего злакового сорняка пырея ползучего составила 93,0-98,8 %, при уменьшении массы – на 94,0-98,2 %. Однолетние двудольные сорные растения были представлены марью белой, горцем вьюнковым, звездчаткой средней, яруткой полевой, подмаренником цепким и др. (эффективность на уровне 93,0-100 %). В результате снижения засоренности сорняков сохраненный урожай зерна составил 74,3-86,7 ц/га, зеленой массы – 327,7-352,2 ц/га.

Аналогичные данные получены и в 2018 г. Из многолетних сорняков баковые смеси уничтожали пырей ползучий (снижение вегетативной массы на 89,7-94,8 %), чистец болотный (91,1-100 %). Эффективность против горца вьюнкового, звездчатки средней, пастушьей сумки, яруткой полевой была на уровне 89,3-100 %. Получен сохраненный урожай зерна кукурузы 46,6-58,1 ц/га, зеленой массы – 210,0-347,2 ц/га.

Заключение. На основании проведенных обследований посевов на засоренность установлено, что в посевах кукурузы до проведения защитных мероприятий преобладают двудольные сорные растения.

В фазе 3-5 листьев культуры против однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорных растений, включая такие трудноискоренимые сорняки как пырей ползучий, осот полевой, дрема белая и бодяк полевой высокоэффективно применение баковых смесей гербицидов.

При доминировании однолетних сорняков нормы гербицидов в баковой смеси могут быть минимальными из разрешенных реестром, если поля засорены многолетними сорняками необходимо использовать максимальные нормы расхода.

Список литературы

1. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / Подгот. Л.М. Державин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.

2. Коржов, С.И. Применение гербицидов в посевах зерновых культур / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова // Вестник ОрелГау. – 2008. – № 2. – С. 8.

3. Лаптиев, А.Б. Совершенствование средств и приемов химической защиты растений / А.Б. Лаптиев // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы третьего Всероссийского съезда по защите растений. – СПб., 2013. – Т. II. – С. 206–210.

4. Лунева, Н.Н. Засоренность посевов зерновых сельскохозяйственных культур и тенденция ее изменчивости в ростовской области / Н.Н. Лунева, Е.И. Кириленко // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI века: материалы второго Всерос. науч.- произв. совещ., Голицыно, 17-20 июля 2000 г. / ВНИИФ; редкол.: Ю.Я. Спиридонов [и др.]. – Голицыно, 2000. – С. 42–47.

5. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / Сост. А.И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.

6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост. С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. С.Будного, 2007. – 58 с.

7. Особенности проведения защиты посевов кукурузы от сорных растений в 2010 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mshp.minsk.by/arekomendacii/protection_of_the_plants/2010/rekomen-040510.htm. – Дата доступа: 14.03.2016.

8. Самые эффективные гербициды против сорняков на кукурузе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://propozitsiya.com/osobennosti-primeneniya-gerbicidov-na-kukuruze-ot-odnodolnyh-sornyakov. – Дата доступа: 24.01.2019.

9. Сташкевич, А.В. Гербициды на страже урожая кукурузы / А.В. Сташкевич, С.В. Сорока, С.А Колесник // Земледелие и защита растений: приложение № 2. – 2017. – С. 31–32.

10. Циков, В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. – Днепропетровск: Заря, 2003. – 296 с.

A.V. Stashkevich, S.A. Kolesnik, N.S. Stashkevich, A.A. Tsyganova
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

CORN WEED INFESTATION AND THE EFFECTIVENESS OF TANK HERBICIDE MIXTURES FOR ITS PROTECTION

Annotation. As a result of done in 2016-2018 route field under corn surveys, it has been determined that before taking protective measures, corn weed infestation has made 277.4-331.9 pcs/m^2. From annual weeds dominate chicken millet (*Echinochloa crus-galli*), fat hen (*Chenopodium album*), field violet (*Viola arvensis*), etc.; from perennial ones – couch grass (*Elytrigia repens*) and sow thistle species (*Sonchus* spp.).

It is determined that herbicide tank mixtures by application at 3-5 leaves of the crop suppress effectively annual and perennial dicotyledonous and grass weeds, including such hardly eradicated weeds as couch grass (*Elytrigia repens*), sow thistle (*Sonchus arvensis*), white campion (*Melandrium album*) and creeping thistle (*Cirsium arvense*). Their biological effectiveness has made 92.0-99.0 %.

Key words: corn, weeds, herbicide, tank mixtures of herbicides, biological and economic efficiency.

УДК 632.51:632.954

О.А. Шкляревская
РУП «Институт защиты растений»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

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

Аннотация. При высоте борщевика 20–30 см применение баковых смесей достаточно эффективно: Террсан, ВДГ + Вольник Супер, ВР обеспечивала снижение численности борщевика Сосновского на 85,7–97,6 %, массу – на 97,6–99,5 %; Вольник Супер, ВР + Магнум, ВДГ – 60,7–80,4 % и 92,3–95,8 % соответственно. Внесение баковой смеси эффективно и при переросших растениях, высотой 80–150 см: Террсан, ВДГ + Вольник Супер, ВР снизила численность борщевика на 60,0–76,7 %, массу – на 77,3–88,9 %; Торнадо 500, ВР + Магнум, ВДГ – 78,9–83,3 % и 93,1–94,0 %.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, гербицид, баковые смеси, эффективность.

Введение. Впервые борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) был описан в 1944 г. И.П. Манденовой в Грузии [1, 2]. В СССР в 50-60 гг. XX века его культивировали как декоративную, медоносную и кормовую культуру (в Украине, России, Белоруссии и других республиках), однако в связи с невысокими кормовыми свойствами в начале 1980-х годов активные работы по селекции и изучению борщевиков как кормовых растений были завершены, коллекции видов рода *Heracleum* и их образцов со временем просто исчезли или были запаханы [3].

Борщевик Сосновского активно распространился в Российской Федерации, Беларуси, странах Балтийского региона. Основными причинами расселения является высокая плодовитость, отсутствие естественных врагов с захватом больших площадей заброшенных земель [4].

Большое содержание фурокумаринов в клеточном соке растений борщевика вызывают сильные дерматозы, при контакте с кожей человека – дерматиты по типу ожога I, II или иногда даже III степени [5, 6]. Массовое распространение зарослей борщевика разрушают природные экосистемы, оказывая отрицательное влияние на биоразнообразие ландшафтов [7].

В современных условиях для снижения вредоносности борщевика Сосновского особое значение имеют комплексные защитные мероприятия. Выбор способа зависит от размера территории, плотности произрастания, фазы развития, целевого назначения участка.

Химический метод борьбы с нежелательной (сорной) растительностью обладает большими потенциальными возможностями совершенствования и повышения эффективности как за счет синтеза новых химических веществ разных классов, обладающих более высокой эффективностью, широким спектром действия, так и за счет новых способов и технологий их использования.

Одно из важных направлений в химическом контроле инвазивных видов растений, включая борщевик Сосновского – биологически обоснованное использование баковых смесей гербицидов. Известно, что препарат, содержащий одно действующее вещество, как правило, не способен контролировать большое число видов нежелательных растений. В результате устойчивые виды быстро разрастаются, а эффективность обработки резко снижается. Кроме того, относительно устойчивые и сохранившиеся растения постепенно становятся резистентными к данному гербициду. Одним из основных путей предупреждения и замедления развития резистентности является применение смесей гербицидов, принадлежащих к разным химическим классам и обладающих разным механизмом действия.

По данным Ю.Я. Спиридонова [8, 9], для уничтожения вегетирующих растений борщевика Сосновского и предотвращения его восстановления эффективны новые комплексные препараты Гранж, Атрон Про, содержащие в своем составе 2–3 д.в. (производные глифосата, сульфонилмочевин (сульфометурон-метил, хлорсульфурон, метсульфурон-метил), имидазолинонов (имазапир) в синергистически активных соотношениях). Также приводятся данные по высокому уровню снижения засоренности при внесении препаратов индустриального назначения (Анкор-85, Арсенал, Магнум, глифосаты, баковые смеси) на железнодорожных путях [10, 11].

Для подавления достаточно высоких или разновозрастных растений эффективно применение баковых смесей глифосатов с сульфурон-метилом (Анкор-85) (до фазы цветения борщевика) – эффективность обработки в ряде случаев составляла 100 % [12].

Поэтому целью наших исследований был подбор баковых смесей гербицидов различного спектра действия для применения на отрастающих и достаточно высоких или разновозрастных растениях борщевика Сосновского.

Место и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2013–2014 гг. на участках, занятых борщевиком Сосновского (Минская область, г. Минск). Изучались следующие гербициды: Терр-сан, ВДГ (сульфометурон-метила кислоты, 750 г/кг); Магнум, ВДГ (метсульфурон-метил, 600 г/кг); Вольник Супер, ВР (глифосата кислоты, 550 г/л); Торнадо 500, ВР (глифосата кислоты, 500 г/л). Гербициды применяли в два срока: при высоте растений 20–30 см и 80–150 см.

Эффективность гербицидов оценивали в соответствии с общепринятыми методиками [13–15]. Засоренность в опытах определяли до обработки и через один и два месяца. На каждой делянке накладывали по 2 учетные рамки размером 0,25 м^2. Площадь делянок – 10–20 м^2, повторность опытов – трех-четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным ранцевым опрыскивателем «Jacto», согласно схемам опытов. Норма расхода рабочей жидкости – 200–400 л/га. Учитывали численность и вегетативную массу борщевика Сосновского с учетной площади в 1 м^2.

Результаты исследований.

Баковые смеси сульфометурон-метила кислоты с глифосатсодержащими гербицидами. Согласно литературным данным, обработка растений борщевика Сосновского глифосатсодержащими гербицидами приводит к достоверному уменьшению плотности его популяций. Глифосаты влияют на функциональные параметры растений: существенно снижают фотосинтетическую активность, растения теряют способность переносить высокий уровень освещения, увеличивается интенсивность темнового дыхания. Однако следует учитывать, что глифосатсодержащие гербициды не действуют на семена растений борщевика и для получения стабильного результата может потребоваться несколько обработок одного участка [16]. В этой связи актуально изучение баковой смеси, поскольку глифосатсодержащие гербициды начинают действовать через несколько дней (растение начинает желтеть, отставать в росте, появляются некротические пятна), а гербициды на основе сульфурон-метила кислоты требуют большего времени, но имеют более продолжительный срок действия.

В варианте без применения гербицида при высоте растений борщевика 20–30 см в 2013 г. численность борщевика Сосновского составила 12,0–14,7 шт./м^2 с массой 11846,7–14673,3 г/м^2.

Эффективность баковых смесей гербицидов Террсан, ВДГ и Вольник Супер, ВР по снижению численности составила 63,6–77,8 %, по снижению массы – 86,5–92,8 %, при применении Террсана, ВДГ в чистом виде – 84,0–84,5 и 84,8–85,4 % соответственно (таблица 1).

При проведении количественно-весового учета в 2013 г. через два месяца после обработки наблюдалось снижение численности борщевика Сосновского под действием баковых смесей на 85,7–95,2 %, его вегетативной массы – на 97,1–98,9 %; при численности в варианте без применения гербицидов 14,0 шт./м^2 и вегетативной массе 13973,3–14500,0 г/м^2 (таблица 2).

В условиях 2014 г. под действием баковых смесей гербицидов Террсан, ВДГ и Вольник Супер, ВР снижение численности борщевика Сосновского составило 85,7–100 %, его вегетативной массы – 97,8–100 %.

В среднем, за два года исследований баковая смесь гербицидов Терр-сан, ВДГ и Вольник Супер, ВР в течение двух месяцев обеспечивала снижение численности борщевика Сосновского на 85,7–97,6 %, массы – на 97,6–99,5 %.

Таблица 1 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район, через месяц после обработки)

Вариант	2013 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	12,0	11846,7	14,7	14673,3
	Эффективность, %			
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га)	55,6	84,0	50,0	84,8
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га)	61,1	84,5	59,1	85,4
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га) + Вольник Супер, ВР (2,0 л/га)	66,7	86,5	63,6	89,4
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га) + Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)	72,2	89,3	68,2	90,8
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га) + Вольник Супер, ВР (2,0 л/га)	72,2	90,4	72,7	92,0
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га) + Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)	77,8	91,4	72,7	92,8

Таблица 2 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район, через два месяца после обработки)

Вариант	2013 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	14,0	13973,3	14,0	14500,0
	Эффективность, %			
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га)	85,7	96,7	71,4	96,6
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га)	90,5	98,7	76,2	98,5
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га) +Вольник Супер, ВР (2,0 л/га)	85,7	97,9	85,7	97,8
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га + Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)	90,5	97,1	90,5	98,0
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га) + Вольник Супер, ВР (2,0 л/га)	90,5	98,4	95,2	98,9
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га) + Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)	95,2	98,9	100	100

Производственный опыт по изучению эффективности баковых смесей гербицидов в борьбе с борщевиком Сосновского при высоте 80–150 см проводили на территории г. Минска в 2014 г.

Согласно полученным данным, применение гербицида Террсан, ВДГ (0,1–0,2 кг/га) в чистом виде позволило снизить численность борщевика на 33,3–50,0 %, его массу – на 50,2–54,6 %. Баковая смесь с глифосат-

содержащим гербицидом Вольник Супер, ВР уменьшила численность борщевика на 60,0–76,7 %, массу – на 77,3–88,9 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (производственный опыт, г. Минск, через два месяца после обработки, 2014 г.)

Вариант	Снижение, %	
	численности	массы
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га)	33,3	50,2
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га)	50,0	54,6
Террсан, ВДГ (0,1 кг/га)+ Вольник Супер, ВР (4,0 л/га)	60,0	77,3
Террсан, ВДГ (0,2 кг/га)+ Вольник Супер, ВР (4,0 л/га)	76,7	88,9

Баковые смеси глифосатсодержащих гербицидов с метсульфурон-метилом. При изучении эффективности баковой смеси при высоте борщевика 20–30 см через месяц после опрыскивания на делянках без применения гербицида в 2012 г. численность борщевика Сосновского составила 8,0 шт./м^2 с массой 13314,0 г/м^2, в 2014 г. – 12,0 шт./м^2 с массой 9697,0 г/м^2 (таблица 4).

Эффективность баковых смесей гербицидов Вольник Супер, ВР и Магнум, ВДГ в 2012 г. по снижению численности борщевика Сосновского составила 12,5–50,0 %, по снижению вегетативной массы – 81,4–91,8 %; в 2014 г. – 16,7–50,0 % и 85,0–90,9 % соответственно. В среднем через месяц после обработки биологическая эффективность в баковых смесях по снижению численности составила 14,6–50,0 %, по снижению вегетативной массы – 85,4–90,7 %.

Таблица 4 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, г. Минск и Минский район, через месяц после обработки)

Вариант	2012 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	**8,0**	**13314,0**	**12,0**	**9697,0**
	Эффективность, %			
Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (10 г/га)	12,5	85,8	16,7	85,0
Вольник Супер, ВР (3,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (20 г/га)	25,0	90,8	25,0	89,7
Вольник Супер, ВР (4,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (10 г/га)	37,5	81,4	25,0	90,9
Вольник Супер, ВР (4,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (20 г/га)	37,5	90,9	33,3	90,4
Вольник Супер, ВР (5,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (10 г/га)	37,5	91,8	41,7	90,1
Вольник Супер, ВР (5,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (20 г/га)	50,0	91,3	50,0	90,0

Через два месяца после обработки в варианте без применения гербицидов численность борщевика составила 8,0–14,0 шт./м^2 с массой 1982,0–24357,0 г/м^2. При применении смесей гербицидов в 2012 г. численность борщевика снижалась на 50,0–75,0 %, его вегетативная масса – на 93,9–96,7 %; в 2014 г. – на 71,4–85,7 и 90,6–94,9 % соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, г. Минск и Минский район, через два месяца после обработки)

Вариант	2012 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	8,0	24357,0	14,0	1982,0
	Эффективность, %			
Вольник Супер, ВР (3,0 л/га) + Магнум, ВДГ (10 г/га)	50,0	93,9	71,4	90,6
Вольник Супер, ВР (3,0 л/га) + Магнум, ВДГ (20 г/га)	62,5	96,4	78,6	92,0
Вольник Супер, ВР (4,0 л/га) + Магнум, ВДГ (10 г/га)	62,5	94,6	78,6	92,3
Вольник Супер, ВР (4,0 л/га) + Магнум, ВДГ (20 г/га)	75,0	95,0	85,7	92,7
Вольник Супер, ВР (5,0 л/га) + Магнум, ВДГ (10 г/га)	62,5	94,6	71,4	93,9
Вольник Супер, ВР (5,0 л/га) + Магнум, ВДГ (20 г/га)	75,0	96,7	85,7	94,9

В среднем, через два месяца после обработки гибель борщевика при внесении баковой смеси составила 60,7–80,4 %, масса снижалась на 92,3–95,8 %.

Для обеспечения достаточной эффективности смесей гербицидов, применяемых при высоте борщевика 80–150 см, в 2013 и 2014 гг. было проведено изучение эффективности более высокой нормы гербицида Магнум, ВДГ и его смеси с Торнадо 500, ВР. Через месяц после обработки гербицидом Магнум, ВДГ в чистом виде масса борщевика снижалась на 58,7–61,6 %, при использовании баковой смеси– на 69,7–77,1 % (таблица 6).

Через два месяца после внесения гербицидов в варианте без обработки численность борщевика Сосновского составила 12,0–12,7 шт./м^2 с массой – 14960,0–15160,0 г/м^2. Эффективность гербицида Магнум, ВДГ в борьбе с борщевиком была на уровне 68,4–77,8 % по численности и 90,3–92,7 % по массе. В баковой смеси Торнадо 500, ВР + Магнум, ВДГ гибель борщевика составила 78,9–83,3 %, его масса снижалась на 93,1–94,0 % (таблица 7).

Таблица 6 – Влияние гербицидов на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район, через месяц после обработки)

Вариант	2013 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	8,7	7666,7	10,7	5483,3
	Эффективность, %			
Магнум, ВДГ (100 г/га)	46,2	58,7	56,3	61,6
Торнадо 500, ВР (3,0 л/га)+ Магнум, ВДГ (100 г/га)	61,5	69,7	68,8	77,1

Таблица 7 – Влияние баковых смесей на развитие борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район, через два месяца после обработки)

Вариант	2013 г.		2014 г.	
	Численность и масса			
	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Без обработки	12,7	15160,0	12,0	14960,0
	Эффективность, %			
Магнум, ВДГ (100 г/га)	68,4	90,3	77,8	92,7
Торнадо 500, ВР (3,0 л/га) + Магнум, ВДГ (100 г/га)	78,9	93,1	83,3	94,0

Таким образом, оценка эффективности показала, что использование баковых смесей позволяет существенно повысить эффективность химических обработок по сравнению с применением препаратов по отдельности в максимально разрешенных нормах. Баковая смесь с глифосатсодержащими гербицидами эффективна, так как первым начинает действовать глифосат, а затем гербицид общеистребительного действия, который в дальнейшем угнетает борщевик.

Добавление глифосата позволило быстрее проявить гербицидную активность: листья растений быстрее пожелтели и начали обесцвечиваться; гибель растений проходила быстрее, чем при обработке одним гербицидом. Следует отметить, что гербицидное действие глифосатсодержащих препаратов обусловлено ингибированием развития растений: происходит блокирование или торможение роста борщевика.

Выводы.

1. При высоте борщевика 20–30 см применение баковых смесей достаточно эффективно: смесь гербицидов Террсан, ВДГ + Вольник Супер, ВР в течение двух месяцев обеспечивала снижение численности борщевика Сосновского на 85,7–97,6 %, массы – на 97,6–99,5 %. Гибель борщевика при внесении баковой смеси Вольник супер, ВР + Магнум, ВДГ составила 60,7–80,4 %, масса снижалась на 92,3–95,8 %.

2. Внесение баковой смеси эффективно и при переросших растениях, высотой 80–150 см: смесь Террсан, ВДГ + Вольник Супер, ВР снизила численность борщевика на 60,0–76,7 %, массу – на 77,3–88,9 %; при обработке Торнадо 500, ВР + Магнум, ВДГ гибель борщевика составила 78,9–83,3 %, его масса снижалась на 93,1–94,0 %.

Список литературы

1. Манденова, И.П. Новые таксоны рода Heracleum / И.П. Манденова // Заметки по систематике и географии растений / Тбилис. бот. ин-т. – Тбилиси, 1970. – Вып. 28. – С. 21–24.

2. Манденова, И.П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков / И.П. Манденова // Заметки по систематике и географии растений. – Тбилиси, 1944. – Вып. 12. – С. 15–19.

3. Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в ботаническом саду Петр-ГУ / Антипина Г.С. [и др.] // Hortus botanicus. – 2017. – № 12. – С. 345–351.

4. Абрамова, Л.М. Чужеродные виды растений на Южном Урале / Л.М. Абрамова // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: материалы I Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 6–8 декабря 2011 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учр. Россельхозакадемии ВИР. – СПб., 2011. – С. 5–10.

5. Сацыперова, И.Ф. Борщевики флоры СССР и перспективы их использования в народном хозяйстве: автореф. дис. … д-ра биол. наук / И.Ф. Сацыперова; Бот.ин-т им. В.Л. Комарова АН СССР. – Л., 1980. – 47 с.

6. Weryszko-Chmielewska, E. Localisation of furanocoumarins in the tissues and on the surface of shoots of *Heracleum sosnowskyi* / E. Weryszko-Chmielewska, M. Chwil // Botany. – 2017. – Vol. 95, № 11. – P. 1057–1070.

7. Бочкарев, Д.В. Трансформация пойменно-лугового фитоценоза при внедрении в него адвентивного сорного вида — борщевика Сосновского / Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский, Н.В. Смолин // Вестник Алт. гос. аграр. ун-та. – Барнаул. – 2011. – № 7(81). С. 36–40.

8. Спиридонов, Ю.Я Эффективность гербицидов в борьбе с борщевиком Сосновского / Ю.Я Спиридонов, Л.Д. Протасова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С.27–29.

9. Спиридонов, Ю.Я. Развитие отечественной гербологии на современном этапе: монография / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков. – М.: Печатный город, 2013. – 426 с.

10. Спиридонов, Ю.Я. Применение Арсенала, ВК БАСФ Агрокемикал продактс Б.В. на объектах несельскохозяйственного пользования / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М., 2007. – 28 с.

11. Спиридонов, Ю.Я. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе: монография / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков; Рос. акад. с.-х. наук. Отд-ние защиты растений, Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – М., 2006. – 266 с.

12. Егоров, А.Б. Гербициды для борьбы с борщевиком Сосновского / А.Б. Егоров, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова // Защита и карантин растений. – 2010. – №3. – С. 74–75.

13. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов / ВАСХНИИЛ; ВИЗР. – Л., 1973. – 20 с.

14. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост. С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж.укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

15. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Российская академия сельскохозяйственных наук, Государственное научное учреждение «ВИЗР»; сост. А.А. Петунова [и др.]; под ред. В.И. Долженко. – СПб, 2013. – 280 с.

16. Далькэ, И.В. Влияние глифосатсодержащего гербицида на рост, развитие и функциональные показатели борщевика Сосновского / И.В. Далькэ, И.Ф. Чадин // Известия Коми науч. центра УрО РАН. – 2010. – Вып. 4(4). – С. 36–41.

O.A. Shklyarevskaya
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

PERSPECTIVES OF HERBICIDES TANK MIXTURES APPLICATION FOR *HERACLEUM SOSNOWSKYI* CONTROL

Annotation. At *Heracleum sosnowskyi* height 20-30 cm the tank mixtures application is effective enough: Terrsan, WDG + Volnik Super, AS have made a decrease of *Heracleum sosnowskyi* for 85,7–97,6 %, weight – for 97,6–99,5 %; Volnik Super, AS + Magnum, WDG – 60,7-80,4% and 92,3–95,8 %, accordingly. The tank mixtures application is effective at overgrown plants, height 80-150 cm. Terrsan, WDG + Volnik Super, AS have decreased *Heracleum sosnowskyi* number for 60,0–76,7 %, weight – for 77,3–88,9 %; Tornado 500, AS + Magnum, WDG – 78,9–83,3 % and 93,1–94,0 %, accordingly.

Key words: *Heracleum sosnowskyi*, herbicide, tank mixtures, efficiency.

УДК 632.935.71:632.51

О.А. Шкляревская
РУП «Институт защиты растений»

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

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

Аннотация. Установлено, что выкапывание стеблекорней борщевика Сосновского снижает его плотность на 92,1–100 %, многократное подкашивание – на 8,2–12,1 %, однако данные способы требуют больших трудовых затрат: выкапывание одного растения борщевика – 0,133 руб./растение, проведение 4–5 кошений за сезон – 1956–2445 руб./га. Применение гербицидов экономически более выгодно: затраты на них составляют от 415 до 693 руб./га.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, подкашивание, выкапывание стеблекорней, экономическая эффективность, гербициды.

Введение. В перечень инвазивных растений на территории Республики Беларусь включен борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), который был ввезен в середине 40-х годов прошлого века с Кавказа и долгие годы использовался в качестве кормового (силосного) растения [1, 2]. После внедрения борщевика в севооборот стало понятно, что культура не годится на силос. Поскольку листья борщевика содержат фуранокумарины, которые повышают чувствительность кожи к солнечному свету, а именно к ультрафиолету, и вызывают ожоги при работе с борщевиком первой-третьей степени. По этим причинам борщевик Сосновского перестали культивировать уже более 30 лет назад [3].

В 1990-х годах борщевик вышел из-под контроля и стал произрастать на заброшенных землях, вдоль ручьев, канав и дорог, на территории населенных пунктов, затем стал занимать наиболее плодородные земли, вытесняя местные виды травянистых растений. Не подлежащие почвенной обработке земли сельскохозяйственного пользования – одна из основных категорий площадей, на которых борщевик активно распространяется [4, 5].

Произрастание борщевика Сосновского привело к активному поиску методов и средств борьбы с ним. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды от 28.11.2008 г. № 106 и от 10.01.2009 г. №2 опубликованы Постановления «Перечень видов дикорастущих растений, оказывающих вредное воздействие и (или) представляющих угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан,

включающий все виды гигантских борщевиков, произрастающих на территории республики» и «Инструкция о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов дикорастущих растений» [6, 7].

Борщевик Сосновского внесен в «Список инвазивных видов ЕРРО», в котором перечислены виды, наносящие серьезный ущерб аборигенным видам растений, окружающей среде и биологическому разнообразию [8]; в список Черной книги инвазивных видов растений Республики Беларусь [9], а так же в список инвазионных видов Черной книги Средней России [10, 11] и в «Отраслевой классификатор сорных растений» [12].

Ограничивать его численности можно, используя механические и химические меры борьбы.

Механические способы контроля борщевика Сосновского включают в себя выкапывание и уничтожение стеблекорней, срезание или подкашивание растений, удаление соцветий [13].

Подкашивание не приводит к немедленной гибели растений, а лишь ослабляет их, поскольку предотвращает цветение. Его проводят несколько раз за сезон, с учетом быстрой регенерации растений и способности образовывать семена [13]. Подкашивание растений необходимо проводить перед цветением и повторно через 3–4 недели [14]. При сплошном подкашивании первой тройки листьев на низком срезе эффективность составляет 10,0 %, поскольку растения отрастают через 2–3 недели [15]. По данным Д.В. Бочкарева [16], многократное подкашивание борщевика существенно снижало плотность популяции, однако к полному уничтожению не приводило. К четвертому подкашиванию масса растений снижалась на 45 %, шестому и седьмому – на 68 % и 79 % соответственно.

Механические методы считаются экологически чистыми, однако требуют много внимания и усилий. Затраты варьируют от 1–30 трудовых часов (площадь зарослей борщевика меньше 1 га) до 1600–10800 часов для больших участков (9–19 га) [17].

Целью наших исследований являлась оценка биологической и экономической эффективности механического (выкапывание стеблекорней и подкашивание участка) и химического метода для борьбы с борщевиком Сосновского.

Место и методика проведения исследований. Исследования проводились на территории Минского района (д. Стукатичи) на землях, занятых борщевиком Сосновского в 2012–2015 гг.

Растения борщевика Сосновского выкапывали в первой половине мая при высоте растений 30–50 см. Уничтожение растений и их стеблекор-

ней проводили вручную садовой лопатой, выкапывая стеблекорни на глубине 10–15 см, чтобы в почве не осталось почек возобновления. Учет эффективности выполняли в начале августа.

Подкашивание растений борщевика Сосновского проводили с помощью трактора МТЗ-82 с роторной (КРН-2,0) и моторизованной косилкой (Husqvarna 122C). Площадь участка – 100 м^2. На делянке были заложены 4 стационарные метровки, на которых и проводили учеты численности. В сезон на участке проводили от 1 до 4 подкашиваний борщевика Сосновского с интервалом в 20 дней со второй декады мая по июль. На делянках оценивали численность борщевика, высота среза растений составляла 5–10 см.

Результаты исследований. *Выкапывание стеблекорней.* В своих исследованиях мы выкапывали молодые растения (высотой до 30–50 см), поскольку выкапывание целесообразно использовать против молодых, нецветущих растений. По данным Н. А. Ламана и др. [18], подрезание растений целесообразно проводить перед началом интенсивного линейного роста листьев первой генерации и их фотосинтезирующей поверхности (вторая декада мая).

Проведенные исследования показали, что выкапывание стеблекорней с находящимися на них почками возобновления достаточно эффективно: гибель растений составляет от 92,1 до 100 % (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность выкапывания стеблекорней для уничтожения борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район)

Год исследований	Количество растений борщевика Сосновского, шт./м^2		Гибель, %
	01.05.	01.08.	
2012	3,8	0,3	92,1
2013	2,6	0,1	96,2
2014	6,4	0,4	93,8
2015	2,4	0	100
Среднее	3,8	0,2	95,5

Выкапывание растений целесообразно проводить в небольших популяциях борщевика (до 50–100 экземпляров): частный сектор, личные приусадебные участки, парки, так как данный способ требует больших трудовых затрат.

Применять данный способ необходимо ранней весной, когда растения начинают только отрастать. Для повышения эффективности спустя несколько недель после выкапывания место произрастания борщевика осматривают и подрезают оставшиеся стеблекорни.

Подкашивание борщевика. Исследования показали, что подкашивание не является эффективным способом борьбы с борщевиком

Сосновского. Растения достаточно хорошо отрастали, набирали биомассу и переходили к цветению, поэтому подкашивание зарослей борщевика Сосновского мы проводили через каждые 20 дней. В этом случае растения не образовывали семена, а запасы питательных веществ в его корневой системе постепенно истощались. Максимальная гибель растений борщевика при 3–4 кратном подкашивании участка составляла 8,2–12,1 % (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность подкашивания борщевика Сосновского (полевые опыты, Минский район)

Количество подкашиваний	Численность растений борщевика Сосновского, шт./м^2				Гибель, %
	2012 г.		2013 г.		
	01.05.	01.08.	01.05.	01.08.	
Без подкашивания	19,5	19,5	6,0	6,8	+3,1
1	17,0	17,0	10,3	11,0	+2,2
2	15,5	14,8	8,3	7,5	5,9
3	16,8	16,0	7,5	6,3	8,2
4	14,0	12,5	7,3	6,3	12,1

Примечание. «+» – увеличение численности.

Положительным результатом многократного подкашиванияи выкапывания стеблекорней для удаления зарослей борщевика, является восстановление биологического разнообразия растительного сообщества. Следует отметить, что механическое подкашивание не дало высоких результатов на появление всходов борщевика, но и не подавляло отрастание двудольных растений.

Экономическая эффективность. Расчет стоимости мероприятий против борщевика Сосновского проводили для механических и химических мер борьбы на основании полевых и производственных опытов.

При расчете затрат на борьбу с борщевиком механическим способом было установлено, что на выкапывание одного стеблекорня в среднем уходило 5–10 мин. Такая разница связана с расположением борщевика и необходимостью выполнения переходов с одного участка на другой. При выработке 6–12 корней/час за рабочий день выкапывается:

6–12 корней х 8 часов = 48–96 корней за смену.

При условии, что рабочий будет получать минимальную заработную плату, затраты составят около 15 руб./смену.

По данным УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска» затраты на выкапывание одного растения борщевика составляют 0,133 руб. (таблица 3).

Таблица 3 – Затраты при выкапывании стеблекорней борщевика Сосновского (по данным УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска», 2017 г.)

Количество растений, шт.	Затраты, руб.	Количество растений, шт.	Затраты, руб.
10	1,33	60	7,98
20	2,66	70	9,31
30	3,99	80	10,64
40	5,32	90	11,97
50	6,65	100	13,30

Выкапывание борщевика очень трудоемкое мероприятие, на которое необходимо привлечь большое количество людей, поэтому применение его на больших территориях с экономической точки зрения является нецелесообразным. Кроме того, не следует забывать и про технику безопасности при работе с данным растением.

Одним из способов борьбы с борщевиком является регулярное подкашивание вегетативной массы в период всего вегетационного сезона в течение нескольких лет. Этот прием не допустит цветения растений и предотвратит увеличение популяции борщевика. При этом следует помнить, что, если на соцветиях подкошенных растений уже завязались семена, то может произойти их вызревание.

Затраты при механическом способе борьбы при однократном подкашивании в УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска» составляют 489 руб./га. Но за сезон один участок необходимо подкашивать от трех до пяти раз, что увеличивает стоимость приема до 1467–2445 руб./га (таблица 4).

Таблица 4. – Затраты при механическом способе борьбы с борщевиком Сосновского (по данным УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска», 2017 г.)

Кратность подкашиваний за сезон	Затраты на подкашивание, руб./га
1	489
2	978
3	1467
4	1956
5	2445

Многократное подкашивание может оказаться эффективным только для задержки цветения и плодоношения растений, препятствуя расселению семян.

Самый эффективный способ уничтожения борщевика Сосновского – химическая обработка. Затраты на применение гербицидов в борьбе с борщевиком во многом зависят от стоимости препарата, нормы внесения, а также от кратности обработки.

По расчетам, проведенным по данным УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска» (2017 г.), затраты на внесение гербицидов составили 393 руб./га. Обеспечивая высокую эффективность, гербициды значительно снижают экономические затраты. Максимальная экономическая эффективность и качество достигается при применении гербицида Магнум, ВДГ – 415–523 руб./га, Террсан, ВДГ – 447–554 руб./га, внесении баковых смесей гербицидов – 513 руб./га. Несколько дороже гербицид Грейдер, ВГР – 633–693 руб./га, Балерина, СЭ – 935 руб./га и Вольник Супер, ВР (двукратно) – 1007 руб./га.

В 2018 г. на территории УП «Зеленстрой Октябрьского района г. Минска» был заложен производственный опыт на площади 13 га с использованием препаратов Грейдер, ВГР (2,5 л/га) и Магнум, ВДГ (0,1 и 0,3 кг/га). Затраты на обработку составили: Грейдер, ВГР – 638 руб./га, Магнум, ВДГ – 427 и 498 руб./га соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Затраты на борьбу с борщевиком Сосновского (производственный опыт, г. Минск, 2018 г.)

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Стоимость препарата, руб./га	Затраты на внесение, руб./га	Всего затрат, руб./га
Магнум, ВДГ	0,1	35	392	427
	0,3	106		498
Грейдер, ВГР	2,5	246		638

Таким образом, применение гербицидов по сравнению с механическим методом в 4–5 раз дешевле.

Выводы.

1. Полное удаление стеблекорня рассматривается как самый простой способ в борьбе с борщевиком. Он достаточно эффективен (гибель 92,1–100 % растений), однако требует больших затрат труда, и рекомендуется к применению только с единичными растениями или небольшой популяцией (до 50–100 экземпляров). Молодые, нецветущие растения целесообразно выкапывать весной и уничтожать популяции в частном секторе, личных приусадебных участках, парках.

2. Многократное подкашивание борщевика существенно снижает плотность популяции, однако к полному уничтожению не приводит. При сплошном подкашивании эффективность составляет 8,2–12,1 %, поскольку растения отрастают через 2–3 недели. После подкоса возможно наступление генеративного периода. Положительным результатом многократного подкашивания побегов борщевика и выкапывания растений является максимальное восстановление травянистой растительности.

3. Затраты на применение гербицидов составляют с учетом внесения от 400 до 700 руб./га, что по сравнению с механическим методом в 4–5 раз дешевле.

Список литературы

1. Борщевик Сосновского – высокоурожайное кормовое растение / С.С. Харкевич [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1964. – 36 с.

2. Коюшев, И.А. Кормопроизводство в Коми АССР / И.А. Коюшев, Н.Е. Гавринцева. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1980. – 216 с.

3. Смолин, Н.В. Поиск путей борьбы с борщевиком Сосновского продолжается / Н.В. Смолин, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский // Защита и карантин растений. – 2011. – №8. – С. 26–28.

4. Симонов, Г.А. Борщевик Сосновского — злостный засоритель полей / Г.А. Симонов, В.С. Никульников, В.С. Зотеев // Уч. зап. Орловского гос. ун-та. Сер. Естественные, технические и медицинские науки. – 2011. – № 3. – С. 324–326.

5. Хайруллина, В.И. Биологическое обоснование применения гербицидов при создании и уходах за культурами сосны и ели на землях, занятых борщевиком Сосновского (на примере Ленинградской области): автореф. дис. ... канд. с.-х наук: 06.03.01 / В.И. Хайруллина; Санкт-Петербург науч.-исслед. ин-т лесн. хоз-ва. – СПб., 2013. – 20 с.

6. О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации дикорастущих растений [Электронный ресурс]: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 28 ноября 2008 г., № 106 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2009.

7. О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений [Электронный ресурс]: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 10 января 2009 г., № 2 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2009.

8. *Heracleum sosnowskyi* (HERSO) [Electronic resource] // EPPO Glodal Database. – Mode of access: https://gd.eppo.int/taxon/HERSO. – Date of access: 21.01.2019.

9. Растения–агрессоры. Инвазивные виды на территории Беларуси / Д.В. Дубовик [и др.]. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броукі, 2017. – 192 с.

10. Виноградова, Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.

11. Чужеродные виды на территории России «Биоинформатика и моделирование биологических процессов», ИПЭЭ РАН, 2004–2013 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants_pr.html – Дата доступа: 05.09.2016.

12. Отраслевой классификатор сорных растений: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 52 с.

13. Ламан, Н.А. Гигантские борщевики — опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси: Году родной земли посвящается / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский. – Минск, 2009. – 40 с.

14. Ламан, Н.А. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров // Ботаника: исследования / ГНУ «Ин-т эксперимент. бот. им. В.Ф. Купревича» НАН Беларуси. – Минск, 2011. – Вып.40. – С. 469–489.

15. Мотыль, М.М. Повышение эффективности мероприятий по контролю распространения борщевика Сосновского в городских насаждениях / М.М. Мотыль, Н.А. Галынская // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы V науч.-практ. конф., Ишим, 25–26 марта, 2010 г. / ГОУ ВПО «Ишимский государственный педагогический ин-т им. П.П. Ершова»; отв. ред. Н.Н. Никитина. – Ишим, 2010. – Вып 5. – С. 43–44.

16. Бочкарев, Д.В. Теоретическое обоснование и эффективность защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений в земледелии юга Нечерноземной зоны: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Д.В. Бочкарев; ФГБОУ ВПО «Саратовский гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова».– Саратов, 2015. – 45 с.

17. Mechanical and chemical control of *Heracleum mantegazzianum* and *Heracleum sosnowskyi* / C. Nielsen [et al.] // Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum) / ed. P. Pysek [et al.]. – Wallingford UK, 2007. – P. 226–239.

18. Влияние различных способов удаления розетки листьев на последующий рост и развитие растений борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) / Н.А. Ламан [и др.] // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, Беларусь, 22–26 окт. 2012 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича, Науч.-практ. центр по биоресурсам, Центр. бот. сад, Ин-т леса. – Минск, 2012. – С. 471–473.

O.A. Shklyarevskaya
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

ECONOMIC EFFICIENCY OF MECHANICAL AND CHEMICAL METHODS FOR *HERACLEUM SOSNOWSKYI* CONTROL

Annotation It is determined that *Heracleum sosnowskyi*'s stems with roots digging out decreases its density for 92,1–100 %, many times mowing down – for 8,2–12,1 %, however, these methods demand high labor expenses: digging out of one *Heracleum sosnowskyi* plant – 0,133 rbl./plant, 4–5 times mowing down per season – 1956–2445 rbl./ha. Herbicides application is economically more profitable: the expenses for them make from 415 to 693 rbl./ha.

Key words: *Heracleum sosnowskyi*, mowing down, digging out stems with roots, economic efficiency, herbicides.

УДК: 633.88:632.52

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

ВРЕДОНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСАДКАХ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

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

Аннотация. Период безопасного произрастания сорняков на товарных плантациях валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L.*)* не должен превышать 20 дней. Конкуренция в течение 30–40 дней приводит к недобору 29,1–51,2 % урожая сырья (корневища с корнями). Максимальные потери при конкуренции в течение 50–60 дней могут достигать 76,1–84,4 % урожая.

Ключевые слова: валериана лекарственная, сорные растения, вредоносность, потери урожая, критический период вредоносности сорных растений.

Введение. Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.*)* – многолетнее травянистое растение семейства Валериановые; введено в культуру и возделывается в Центрально-черноземной и Нечерноземной зонах России, Западной Сибири, Дальнем Востоке, в Украине и Республике Беларусь. В диком виде произрастает на различных почвах чаще всего по сырым и даже заболоченным лесным полянам и опушкам, в поймах рек, между кустарниками, на сырых лугах.

Корневища и корни валерианы содержат эфирное масло (0,5–2,0 %); спирты – сесквитерпеновый, кессиловый; эфиры муравьиной, уксусной и масляной кислот; алкалоиды (валерин, хатинин); гликозиды (валерид); дубильные вещества, сахара, органические кислоты. В медицине используют корневища и корни. Препараты валерианы (настой, настойки, экстракт и комплексные) применяют как успокаювающее средство при нервном возбуждении, бессоннице, неврозах сердечно-сосудистой системы, спазмах желудочно-кишечного тракта [8]. Они обладают седативным, спазмолитическим и слабым желчегонным действием и широко применяются для лечения неврозов, различных соматических заболеваний, сопровождающихся повышенной возбудимостью. Валериана благоприятно действует при нарушении функций щитовидной железы, показана при пороках сердца, мигрени, астме, способствует пищеварению [7].

Рассадная технология широко применяется в Западной Европе (Польша, Германия) и в Республике Беларусь, где основным производителем валерианы (на корневище) остается КСУП «Совхоз «Большое Можейково».

Большой вред посадкам валерианы причиняют сорные растения. Они обладают высокой плодовитостью, имеют растянутый период прорастания, затеняют посевы и снижают количество солнечной энергии, достигающей листовой поверхности культурных растений.

Исследования по изучению уровня вредоносности сорных растений показали, что этот показатель не является постоянной величиной и зависит как от метеорологических условий периода вегетации, так и от уровня плодородия почвы, биологических свойств конкурирующих растений, интенсивности нарастания биомассы сорняков и культурных растений, технологии обработки почвы, видов используемых удобрений, гербицидов, нормы высева семян и т.д. [10].

Масса сорных растений является более надежным критерием для оценки недоборов урожаев от сорняков, чем их численность. При этом, точность оценки урожая по массе сорняков по мере увеличения степени засоренности возрастает, поскольку сорняки при этом становятся основным фактором, влияющим на урожайность [3, 4].

Вредоносность сорняков определяется не только количеством и видовым составом сорняков, но и чувствительностью к ним культурных растений в определенные периоды вегетации. В силу биологических особенностей всходы сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур могут появляться в течение всего вегетационного периода. Установлено, что чем раньше начинают вегетировать сорняки, тем более серьезными конкурентами они становятся для культурных растений [9].

По данным В.Б. Загуменникова (2002) валериана лекарственная (1 г.в.) при произрастании с сорняками в сроки от 2 до 4 недель теряет до 20 % урожая корней и корневищ; от 4 до 6 недель – потери урожая возрастают и достигают 71–75 %; от 6 до 10 недель – 80–98 % [3].

Поскольку основой для разработки любых защитных мероприятий являются данные по вредоносности сорняков, целью наших исследований было получение данных о вредоносности сорняков в посадках валерианы лекарственной в зависимости от длительности их совместной вегетации.

Место и методика проведения исследований. Исследования проводились в 2013–2014 гг. согласно «Методическим указаниям…» [6] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район) в посадках валерианы лекарственной сорта Маун.

Почва участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Удобрения вносили из расчета $N_{90}P_{60}K_{110}$ под весеннюю культивацию. Валериана лекарственная высаживалась рассадой в гребни с шириной междурядий

70 см (08.05.2013 г. и 11.05.2014 г.). Площадь делянки: общая – 3 м^2, учетная – 1 м^2, повторность шестикратная, расположение делянок блоками. Делянки пропалывали через 10, 20, 30, 40, 50, 60 дней после высадки рассады. За ростом и развитем культуры вели фенологические наблюдения. Уборка корневищ с корнями была выполнена 01.10.2013 г. и 02.09.2014 г. Учитывали высоту растений, их надземную массу и урожайность сырья в сухом виде. Данные обработаны методом дисперсионного анализа [2].

Опыты по оценке влияния гербицидов на изменение содержания биологически активных веществ в сырье валерианы (корневища с корнями) проводили в «НПК БИОТЕСТ». Анализ качества растительной субстанции проведен согласно требованиям Государственной Фармакопеи Республики Беларусь [1].

Результаты исследований. В 2013 г. весна в Республике Беларусь была поздняя, в первой декаде апреля средняя температура воздуха составляла только 0,9 °С, поэтому рассада валерианы была высажена 08.05.2013 г. при повышении среднедекадной температуры воздуха до 14,2 °С (таблица 1). Теплая погода во 2 декаде мая (выше среднемноголетней на 2,7 °С) и обильные дожди, в 2 раза превышающие норму, способствовали приживаемости рассады валерианы (11.05.2014 г.).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели за вегетационный период 2013-2014 гг. (по данным агрометеостанции Минск)

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
		2013 г.	2014 г.	Средняя многолетняя	2013 г.	2014 г.	Средняя многолетняя
Апрель	1	0,9	4,8	2,9	14,0	7,6	14,0
	2	7,6	8,1	5,6	12,8	15,8	15,0
	3	10,2	12,7	8,0	9,2	8,8	16,0
Май	1	14,2	10,3	11,0	49,6	10,8	16,7
	2	19,6	15,6	12,9	13,6	41,8	20,0
	3	15,4	18,1	14,0	51,6	23,6	24,0
Июнь	1	18,1	18,8	15,3	55,6	70,9	25,0
	2	17,0	15,0	15,9	2,6	10,2	28,0
	3	20,4	14,7	16,7	81,6	11,3	30,0
Июль	1	19,2	19,7	17,3	0	16,3	29,0
	2	17,0	20,0	17,8	27,8	38,4	29,0
	3	17,4	22,1	17,9	55,2	1,3	32,0

В 2013–2014 гг. масса сорных растений через 10 дней после высадки рассады валерианы лекарственной составляла 81,5–56,0 г/м^2, потом увеличилась до 1102,3–1176,7 г/м^2 и 2968,7–2105,3 г/м^2. Во второй половине июня масса сорняков достигла 4660,0–2877,7 г/м^2, затем стала снижаться в 2013 г. до 3468,7 г/м^2 и увеличиваться в 2014 г. до 5664,7–5798,3 г/м^2. В среднем за два года масса сорняков нарастала в значительном объеме: через 10 ней после высадки рассады – 68,8 г/м^2, через 20–40 дней – 1139,5, 2537,0 и 3769,2 г/м^2, достигая максимума в конце июня (5106,2 г/м^2) и затем начинала снижаться до 4566,7 г/м^2 (таблица 2).

Таблица 2 – Накопление сорняками вегетативной массы в посадках валерианы лекарственной (полевой опыт, РУП "Институт защиты растений")

Дни после высадки рассады	Вегетативная масса (сырая), г/м^2		
	2013 г.	2014 г.	Среднее
10	81,5	56,0	68,8
20	1102,3	1176,7	1139,5
30	2968,7	2105,3	2537,0
40	4660,7	2877,7	3769,2
50	4414,0	5798,3	5106,2
60	3468,7	5664,7	4566,7

В 2013 г. совместное произрастание валерианы с сорняками в течение 20 дней после высадки рассады значительного влияния на урожайность корневищ с корнями не оказало, она колебалась от 44,2 до 44,9 ц/га. При 30 днях совместной вегетации урожайность снизилась на 24,3 %, 40 днях – на 53,1 %, 50–60 днях – на 73,3–83,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность валерианы лекарственной при совместном произрастании с сорняками (полевой опыт, РУП "Институт защиты растений")

Дни после высадки рассады	Урожайность корневищ с корнями (сухая), ц/га			Потери урожая, %
	2013 г.	2014 г.	Среднее	
10	44,9	20,3	32,6	-
20	44,2	20,0	32,1	1,5
30	34,0	12,1	23,1	29,1
40	21,1	10,6	15,9	51,2
50	12,0	3,6	7,8	76,1
60	7,4	2,8	5,1	84,4
$НСР_{05}$	3,1	4,8		

В 2014 г. максимальная урожайность – 20,3–20,0 ц/га сырья корневищ с корнями валерианы лекарственной была получена на делянках, прополка которых была проведена через 10–20 дней после высадки рассады в гребни. Более длительное произрастание культуры и сорняков негативно отразилось на урожайности: при 20–30 днях снижение урожая корней и корневищ валерианы составило 40,4–47,8 %, при 50–60 днях – урожайность снизилась на 16,7–17,5 ц/га или 82,3–86,2 %.

В среднем за 2 года максимальная урожайность сырья валерианы лекарственной (32,6 ц/га) была сформирована на делянках с минимальным периодом вегетации культуры и сорняков. При 20 днях урожай снижался недостоверно (1,5 %). Значительное падение урожая происходило при произрастании сорняков в течение 30 дней, терялось 9,5 ц/га сухого сырья или 29,1 %. При 40 днях эти показатели составляли 16,7 ц/га или 51,2 %. При более длительных сроках вегетации практически весь урожай корневищ с корнями (24,8–27,5 ц/га или 76,1–84,4 %) был потерян.

При уборке достоверное снижение высоты растений отмечалось на делянках, совместно вегетировавших с сорняками в течение 30 дней: в 2013 г. высота растений снижалась на 2,0 см (4,3 %), в 2014 г. – на 10,8 см (25,1 %). При более длительных сроках совместной вегетации: в 2013 г. на 15,5–19,0 см (33,7–58,7 %) и в 2014 г. – на 12,6–28,2 см (29,3–65,6 %). В среднем за 2 года высота растений валерианы при произрастании с сорняками в течение 20 дней снижалась на 0,6 см (1,3 %), 30 дней – 6,4 см (14,4 %), 40 дней – 14,0 см (31,5 %), 50 дней – 23,2 см (52,1 %) и 60 дней – 23,6 см (53,0 %) (таблица 4).

Таблица 4 – Высота растений валерианы лекарственной при совместном произрастании с сорняками (полевой опыт, РУП "Институт защиты растений")

Дни после высадки рассады	Высота растений, см			Снижение высоты, %
	2013 г.	2014 г.	Среднее	
10	46,0	43,0	44,5	-
20	44,8	42,9	43,9	1,3
30	44,0	32,2	38,1	14,4
40	30,5	30,4	30,5	31,5
50	27,0	15,6	21,3	52,1
60	27,0	14,8	20,9	53,0
$НСР_{05}$	2,3	2,6		

Достоверное снижение вегетативной массы растений отмечалось на делянках, совместно вегетировавших с сорняками в течение 30 дней: в 2013 г. надземная масса растений снижалась на 156,0 г/м^2 (13,3 %);

в 2014 г. – на 251 г/м^2 (25,6 %). При более длительных сроках максимальное снижение надземной массы растений в 2013 г. составило 204,0–840,0 г/м^2 (17,3–71,4 %) и в 2014 г. – на 266,0–756,0 г/м^2 (27,1–77,1 %). В среднем надземная масса растений снизилась при конкуренции с сорняками через 20 дней на 96,3 г/м^2 (8,9 %), 30 дней – 203,5 г/м^2 (18,9 %), 40 дней – 235,0 г/м^2 (21,8 %), 50 дней – 768,4 г/м^2 (71,3 %) и 60 дней – 798,0 г/м^2 (74,0 %), соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Вегетативная масса растений валерианы лекарственной при совместном произрастании с сорняками (полевой опыт, РУП "Институт защиты растений")

Дни после высадки рассады	Вегетативная масса (сырая), г/м^2			Снижение массы, %
	2013 г.	2014 г.	Среднее	
10	1176,0	980,0	1078,0	-
20	1068,0	895,4	981,7	8,9
30	1020,0	729,0	874,5	18,9
40	972,0	714,0	843,0	21,8
50	384,0	235,2	309,6	71,3
60	336,0	224,0	280,0	74,0
$НСР_{05}$	124,6	132,0		

Содержание валепотриатов в сырье валерианы лекарственной не зависело от сроков прополки культуры. В среднем за 2013–2014 гг. максимальная разница между вариантами не превышала 0,19 % по фактическим показателям (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние срока прополки на качество сырья валерианы лекарственной (корневища с корнями) (РУП «Институт защиты растений»)

Дни после высадки рассады	Содержание валепотриатов в пересчете на пирилиевую соль валтрата в сухом сырье, %		
	2013 г.	2014 г.	среднее
10	1,34	1,48	1,41
20	1,29	1,14	1,22
30	1,27	1,47	1,37
40	1,32	1,38	1,35
50	1,31	1,51	1,41
60	1,28	1,46	1,37

Таким образом, период безопасного произрастания сорняков на товарных плантациях валерианы лекарственной не должен превышать 20 дней. Конкуренция в течение 30–40 дней приводит к недобору 29,1–51,2 % урожая сырья (корневища с корнями). Максимальные потери урожая при конкуренции в течение 50–60 дней могут достигать 76,1–84,4 %.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея Республики Беларусь: в 3 т. Контроль качества лекарственных веществ и лекарственного растительного сырья / под общ. ред. А.А. Шерякова; Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. – Молодечно: Победа, 2008. – Т. 2. – 472 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Загуменников, В.Б. Оптимизация культивирования лекарственных растений в Нечерноземной зоне России / В.Б. Загуменников. – М.: РАСХН ВИЛАР, 2006. – 76 с.
4. Зуза, В.С. К вопросу потерь урожая от сорняков / В.С. Зуза // Земледелие. – 1984. – № 9. – С. 48–49.
5. Зуза, В.С. Особливості засміченості окремих сільскогосподарських культур в одинакових агроекологічних умовах / В.С. Зуза // Эффективность агротехнических приемов в условиях экологизации земледелия Украины: сб. науч. тр. / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1994. – С. 9–15.
6. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г.С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.
7. Носов, А.М. Лекарственные растения официальной и народной медицины / А.М. Носов. – М.: Эксмо, 2005. – 800 с.
8. Полуденный, Л.В. Эфиромасличные и лекарственные растения: учеб. пособие / Л.В. Полуденный, В.Ф. Сотник, Е.Е. Хлапцев. – М.: Колос, 1979. – 286 с.
9. Протасов, Н.И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н.И. Протасов, К.П. Паденов, П.М. Шерснев. – Минск: Урожай, 1987. – 272 с.
10. Спиридонов, Ю.Я. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе: монография / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М.: РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2006. – 265 с.

E.A. Yakimovich
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

WEED PLANTS HARMFULNESS IN COMMON VALERIAN PLANTINGS

Annotation. A period of safe weed plants growing in marketable common valerian plantings (*Valeriana officinalis* L.) should not increase 20 days. The competition during 30-40 days leads to raw material yield deficiency for 29,1-51,2 % (rhizomes with roots). The maximum losses at competition during 50-60 days can make 76,1-84,4.

Key word: common valerian, weed plants, harmfulness, yield losses, critical period of weed plants harmfulness.

УДК: 633.88:632.52

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

СНИЖЕНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ПЛАНТАЦИЙ ПУСТЫРНИКА ПЯТИЛОПАСТНОГО

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

Аннотация. Применение на многолетних плантациях пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) гербицидов на основе клопиралида позволяет полностью очистить плантации от ромашки аптечной, бодяка полевого и осота полевого, применение граминицидов – от пырея ползучего. При невысокой плотности сорных растений сбор сухой травы пустырника после применения гербицидов чаще всего находится в пределах ошибки опыта, при высокой плотности сорняков отмечалось увеличение урожая травы на 12–32 %.

Ключевые слова: пустырник пятилопастный, сорные растения, потери урожая, гербициды, остаточные количества пестицидов.

Введение. Проблема борьбы с сорной растительностью в посевах лекарственных культур в государственных и фермерских хозяйствах остается приоритетной. Ситуация в последние годы становится острее, поскольку отмечается увеличение наиболее вредоносных и устойчивых ко многим гербицидам сорняков: виды осота, бодяк полевой, вьюнок полевой, трехреберник непахучий, пырей ползучий, фиалки, подмаренник цепкий и другие сорные растения.

Установившиеся в настоящее время высокие цены на сельскохозяйственную технику и горюче-смазочные материалы, делают во многих случаях нерентабельными агротехнические приемы борьбы с сорняками в посевах лекарственных культур. В этой связи применение химического способа борьбы с сорняками является наиболее предпочтительным. Преимущество химического метода борьбы с сорняками состоит в его высокой эффективности и быстрой окупаемости [10].

Практическое применение гербицидов основывается на их свойстве избирательно подавлять сорные растения, не повреждая культурные. Положительная реакция растений на гербицид, в результате которой нарушаются процессы жизнедеятельности, рост и происходит их отмирание, характеризует чувствительность растений. Чувствительность растений к гербициду определяется такими факторами, как фаза развития растений во время их обработки, концентрация гербицида, попавшего на растения, физиологическая и морфологическая характеристика растений, факторы внешней среды [5].

Подходя к выбору гербицида, учитывают уязвимость возделываемой культуры в определенные фенологические стадии развития, технологию ее возделывания, а также биологию сорных растений [8].

К сожалению, в литературных источниках мы не встречали информацию по применению гербицидов на многолетних плантациях пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.). Наблюдения в КСУП «Совхоз «Большое Можейково» показали, что производственников часто беспокоят многолетние сорняки (бодяк полевой, осот полевой, виды клевера, полынь обыкновенная, пырей ползучий и др.), которые начинают накапливаться на многолетних плантациях пустырника, и убрать данную группу довольно сложно. Перед закладкой многолетней плантации чаще всего применяют глифосатсодержащие гербициды, однако на участках плантации, где растения располагаются неравномерно, идет накопление многолетних сорняков и ромашки аптечной, которая часто произрастает в посевах данной культуры. Под пустырник вносятся органические удобрения, которые увеличивают численность сорняков на 60–80 %, потенциальную засоренность на 25–40 % [3].

Поэтому с целью борьбы с многолетними двудольными сорными растениями, которые представляют для пустырника пятилопастного наибольшую вредоносность, были проведены исследования в КСУП «Совхоз «Большое Можейково».

Место и методика проведения исследований. Предшественником пустырника пятилопастного (без сорта) выступали озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, тритикале). Осенью проводили вспашку с внесением органических удобрений, весной – ранневесеннюю культивацию с внесением минеральных удобрений. Пустырник высевали в первой - второй декаде мая с нормой высева 8–15 кг/га сеялкой СОН-4,2 с шириной междурядий 45 см. Уход за многолетними плантациями заключался в подкормке азотными удобрениями при возобновлении вегетации.

Полевые опыты проводили в 2008–2014 гг. на многолетних плантациях пустырника пятилопастного (2–4-го года вегетации) согласно общепринятым методикам [9]. Были изучены гербициды на основе клопиралида – Лонтрел 300, ВР (клопиралид, 300 г/л); Лонтагро, ВР (клопиралид, 300 г/л); Галера 334, ВР (клопиралид, 267 г/л + пиклорам, 67 г/л); Хакер, ВРГ (клопиралид, 750 г/кг) и Лонтрел гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг); граминициды - Фюзилад форте, КЭ (флуазифоп-П-бутил, 150 г/л), Таргет супер, КЭ (хизалофоп-П-этил, 51,6 г/л), Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) и Скат, КЭ (хизалофоп-П-тефурил, 40 г/л).

Площадь делянки – 10–20 м^2. Гербициды вносили весной в начале отрастания культуры (апрель–май). Количественный учет засоренности проводился до обработки, количественно-весовой – через месяц после применения гербицида. Уборку сырья проводили вручную. Учет травы пустырника выполняли на всей делянке с пересчетом урожая на сухую массу. Математическая обработка данных проводилась с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализов, компьютерной программы Oda [3].

Опыты по оценке влияния гербицидов на изменение содержания биологически активных веществ в сырье лекарственных растений проводили в контрольно-токсикологической лаборатории ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» и в «НПК БИОТЕСТ». Объектом исследования являлись партии травы. Анализ качества растительной субстанции проведен согласно требованиям Государственной Фармакопеи Республики Беларусь [1] и ГОСТа.

Опыты по оценке влияния гербицидов на присутствие в сырье остаточных количеств гербицидов проводилась сотрудниками лаборатории динамики остаточных количеств пестицидов РУП «Институт защиты растений» в соответствии с официальными методическими указаниями для каждого конкретного гербицида.

Результаты исследований. В 2008–2009 гг. видовой состав сорных растений на участке был представлен трехреберником непахучим, одуванчиком лекарственным, пастушьей сумкой, бодяком полевым, дремой белой, клевером белым и др. Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га) был эффективен против одуванчика лекарственного (90–100 %), трехреберника непахучего (100 %), видов горца (100 %); клевер белый, дрема белая были угнетены, однако постепенно стали отрастать. В 2008 г. фитотоксичного действия гербицида на культуру отмечено не было; в 2009 г. у пустырника пятилопастного посветлела листовая пластинка, однако некротических ожогов или гибели растений не произошло. Было замечено более медленное его отрастание.

В 2011 г. учет показал, что применение гербицидов Лонтагро, ВР (0,3–0,5 л/га) и Галера 334, ВР (0,3–0,4 л/га) против комплекса сорняков не приводит к снижению массы пустырника – она была в пределах ошибки опыта.

В 2012 г. плантации пустырника были засорены всходами ромашки аптечной, бодяком полевым, одуванчиком лекарственным. Биологическая эффективность Лонтрела 300, ВР (0,3 л/га) против ромашки аптечной составила 84,3–94,7 % по численности и 76,3–95,4 % по массе, бодяка полевого и одуванчика лекарственного – 100 %. Гербицид Галера 334, ВР (0,3 л/га) уничтожал ромашку аптечную на 99,3–100 %, одуванчик лекарственный – на 99,0 % по численности и 98,9 % по массе, бодяк

полевой – на 100 %. Общая гибель сорняков на делянках, обработанных гербицидом Лонтрел 300, ВР, составила 84,3–94,7 % и обработанных гербицидом Галера 334, ВР – 79,2–93,0 %.

Применение гербицидов не привело к достоверному увеличению надземной массы растений пустырника и препараты, возможно, оказали некоторое стрессовое действие на культуру, поскольку такие показатели, как длина растений и надземная масса при учетах были несколько ниже контроля (в пределах НСР). Установлено, что пустырник пятилопастный обладает довольно высокой конкурентоспособностью к сорнякам: при формировании надземной массы на уровне около 3000 г/м^2, масса сорняков в агроценозе составляла только около 500–700 г/м^2. По данным В.С. Зузы [6] количество сорняков в посевах конкретной культуры зависит главным образом от предшественников, а их масса, наоборот, определяется, в первую очередь, культурой, в посевах которой они растут.

В 2013–2014 гг. были проведены двулетние опыты. Гербициды (Лонтрел 300, ВР, Хакер, ВРГ и Лонтрел гранд, ВДГ) вносили при отрастании пустырника в весенний период (при высоте 25–35 см). В 2013 г. состав сорных растений на участке был представлен ромашкой аптечной, осотом полевым, в 2014 г. – бодяком полевым, одуванчиком лекарственным, осотом полевым и трехреберником непахучим.

В 2013 г. гербициды на основе клопиралида полностью уничтожили растения ромашки аптечной и осота полевого; в 2014 г. было отмечено угнетение бодяка полевого на 74,4–82,1 % по численности и 88,3–91,3 % по массе. Одуванчик лекарственный погибал на 62,5–75,0 %, его масса снижалась на 74,6–80,0 %. Гибель трехреберника непахучего составила 90,0–100 % по численности и 95,0–100 % по массе, осота полевого – 87,5–100 % и 92,9–100 %, соответственно (таблица 1). Однако на обработанных гербицидами делянках отмечалось нарастание численности и массы звездчатки средней и клевера красного в 2–5 раз. Вследствие этого общая эффективность прополки составляла 51,3–64,3 % по численности и 63,4–75,4 % по массе.

В 2013–2014 гг. ожидаемого роста урожайности культур не наблюдалось, что, возможно связано с высокой конкурентоспособностью пустырника пятилопастного и невысокой массой сорных растений в варианте без обработки (2013 г. – 331,9 г/м^2); в 2014 г. – невысокой общей эффективностью прополки и в связи с тем, что гербициды оказали определенное фитотоксическое действие на растения пустырника пятилопастного, проявившееся в непродолжительном осветлении листовой пластинки растений. В момент проведения количественно-весового учета все растения по окраске были выровнены, однако отмечена тенденция к снижению высоты растений в опыте (таблица 2).

Таблица 1 – Эффективность гербицидов на плантациях пустырника пятилопастного (полевой опыт, КСУП "Совхоз "Большое Можейково")

Вариант	Численность сорняков, шт/м² / Масса сорняков, г/м²					
	ромашка аптечная	осот полевой	бодяк полевой	одуванчик лекарственный	осот полевой	трехреберник непахучий
	2013 г.		2014 г.			
Без обработки	32,0 134,0	2,5 197,9	39,0 1422,0	10,0 590,0	8,0 56,0	5,0 10,0
	Снижение численности сорняков, % / Снижение массы сорняков, %					
Лонтрел 300, ВР – 0,3 л/га	100 100	100 100	82,1 91,3	75,0 74,6	100 100	100 100
Хакер, ВРГ – 0,12 кг/га	100 100	100 100	82,1 91,0	70,0 79,7	93,8 92,9	100 100
Лонтрел гранд, ВДГ – 0,12 кг/га	100 100	100 100	74,4 88,3	62,5 80,0	87,5 96,4	90,0 95,0

Таблица 2 – Влияние гербицидов на продуктивность пустырника пятилопастного (полевой опыт, КСУП "Совхоз "Большое Можейково")

Вариант	Высота растений, см		Урожайность сырья (сухая трава), ц/га		
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Без обработки	82,0	125,3	32,9	27,9	30,4
Лонтрел 300, ВР – 0,3 л/га	84,2	117,0	34,4	29,5	32,0
Хакер, ВРГ – 0,12 кг/га	84,4	117,9	37,6	27,0	32,3
Лонтрел гранд, ВДГ – 0,12 кг/га	82,0	120,2	36,9	27,8	32,4
$НСР_{05}$	8,8	10,9	9,4	7,7	

Однако следует обратить внимание на то, что на плантациях пустырника пятилопастного заготавливается трава и сорные растения, присутствующие в поле, попадая в заготавливаемое сырье, могут снижать его качество.

Таким образом, выявлена устойчивость пустырника к гербицидам на основе клопиралида. Несмотря на высокую биологическую эффективность против видов ромашки, одуванчика лекарственного, бодяка полевого и осота, применение данных препаратов не приводит к достоверному росту надземной массы, что связано с высокой конкурентной способностью многолетних плантаций пустырника пятилопастного к сорнякам.

Многолетним плантациям пустырника пятилопастного наносит вред пырей ползучий. С целью формирования ассортимента противозлаковых гербицидов в 2008 г. проводились опыты по изучению эффективности применения гербицидов Фюзилад форте, КЭ и

Таргет супер, КЭ. Численность пырея ползучего составляла 50,0 шт/м^2, численность проса куриного была невысокой. Гербициды вносили при высоте побегов пырея ползучего – 10–20 см.

От внесения Таргета супер, КЭ (1,0 л/га) просо куриное погибло на 90,0 %, пырей ползучий – на 61,3 %. При увеличении нормы внесения гербицида до 2,0 л/га численность пырея ползучего снизилась на 85,3 %, масса – на 92,5 %, просо куриное погибло полностью. Эффективность гербицида Фюзилад форте, КЭ (1,0 л/га) против проса куриного составила 91,7 % по численности и 90,0 % по массе, против пырея ползучего – 61,3 и 70,4 % соответственно; в норме 2,0 л/га просо куриное погибало полностью, численность и масса пырея ползучего снижалась на 86,7 и 91,7 %.

Сохраненный урожай в вариантах с нормой 1,0 л/га находился в пределах ошибки опыта (увеличение сбора травы до 5,6 %) . В вариантах с применением гербицидов Фюзилад форте, КЭ и Таргет супер, КЭ (2,0 л/га) отмечено достоверное увеличение массы травы пустырника пятилопастного по сравнению с вариантом без обработки на 16,3-23,0 %.

В 2012 г. в КСУП «Совхоз «Большое Можейково» был проведен производственный опыт по оценке эффективности применения на плантациях пустырника граминицида Миура, КЭ (1,0 л/га). На участке произрастал пырей ползучий (30,0 шт/м^2), многолетние злаковые травы (70,0 шт/м^2) (райграс, тимофеевка и др.), встречались единичные растения проса куриного.

Через месяц после обработки численность пырея ползучего снижалась на 87,0 %, его масса – на 88,9 %, многолетних злаковых трав – на 83,7 % и 84,0 %. Просо куриное погибало полностью. Общая эффективность составила 85,8 % по численности и 90,4 % по массе. На сильно засоренных участках растения пустырника угнетались злаками, что привело к повышению урожая массы травы на обработанных участках на 12,0 %.

В 2013–2014 гг. в КСУП “Совхоз “Большое Можейково” были изучены граминициды Фюзилад форте, КЭ, Миура, КЭ и Скат, КЭ. Гербициды вносили весной при отрастании пустырника в весенний период (при высоте 25–35 см). Видовой состав злаковых сорных растений был представлен пыреем ползучим, численность которого составляла 186,0–218,0 побегов/м^2.

После обработки граминицидами в 2013 г. растения пырея ползучего погибли полностью; в 2014 г. после обработки гербицидом Фюзилад форте, КЭ пырей ползучий погибал на 91,9 %, его масса снижалась на 91,8 %; Миура, КЭ – 94,5 и 88,5 %; Скат, КЭ – 61,5 и 61,8 % соответственно. В среднем при внесении гербицида Фюзилад форте, КЭ и Миура, КЭ урожай сохранялся на 29,1–32,1 %, гербицида Скат, КЭ – 19,6 % (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность граминицидов на плантациях пустырника пятилопастного (полевой опыт, КСУП "Совхоз "Большое Можейково", 2013 г.)

Вариант	Численность пырея ползучего, стеблей/м² / Масса пырея ползучего, г/м²		Урожайность сырья (сухая трава), ц/га		
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Без обработки	203,0 / 732,0	583,0 / 1104,0	30,7	22,3	26,5
	Снижение численности пырея ползучего, % / Снижение массы пырея ползучего, %				
Фюзилад форте, КЭ – 2,0 л/га	100 / 100	91,9 / 91,8	37,3	31,0	34,2
Миура, КЭ – 1,0 л/га	100 / 100	94,5 / 88,5	38,0	32,6	35,0
Скат, КЭ – 1,5 л/га	100 / 100	61,5 / 61,8	39,7	23,6	31,7
$НСР_{05}$			5,0	5,9	

Нас интересовал вопрос о влиянии гербицидов на содержание в сырье травы пустырника экстрактивных веществ и флавоноидов.

По данным контрольно-токсикологической лаборатории ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» не отмечено снижения массовой доли экстрактивных веществ в сырье пустырника пятилопастного, обработанного гербицидами Галера 334, ВР и Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га), – с применением гербицидов эти показатели увеличивались на 1,3–1,7 % (таблица 4)

Обработка растений гербицидами Лонтрел 300, ВР, Хакер, ВРГ и Лонтрел гранд, ВДГ не оказала негативного влияния на качественные характеристики пустырника (содержание флавоноидов в пересчете на гиперозид в сухом сырье), все показатели находились в пределах 0,64–0,68 %; в отношении граминицидов Фюзилад форте, КЭ, Миура, КЭ и Скат, КЭ ситуация варьировала от 0,68 % в варианте без обработки, до 0,65–0,69 % при внесении препаратов (таблица 5).

Содержания остаточных количеств гербицидов в траве пустырника пятилопастного по результатам лаборатории динамики пестицидов обнаружено не было (таблица 6).

Таблица 4 – Содержание экстрактивных веществ в сырье травы пустырника пятилопастного (полевой опыт, КСУП «Совхоз «Большое Можейково», 2012 г.)

Вариант	Содержание массовой доли экстрактивных веществ, извлекаемых 70 % спиртом, %
Без обработки	29,0–30,7
Галера 334, ВР – 0,3 л/га	29,9–31,4
Лонтрел 300, ВР – 0,3 л/га	30,3–32,4

Таблица 5 – Влияние гербицидов на качество сырья травы пустырника пятилопастного (полевой опыт, КСУП «Совхоз «Большое Можейково»)

Вариант	Содержание флавоноидов в пересчете на гиперозид в сухом сырье, %		
	2013 г.	2014 г.	среднее
Опыт 1			
Без обработки	0,67	0,68	0,68
Лонтрел 300, ВР – 0,3 л/га	0,64	0,64	0,64
Хакер, ВРГ – 0,12 кг/га	0,69	0,66	0,68
Лонтрел гранд, ВДГ – 0,12 кг/га	0,70	0,65	0,68
Опыт 2			
Вариант без обработки	0,66	0,70	0,68
Фюзилад форте, КЭ – 2,0 л/га	0,67	0,65	0,66
Миура, КЭ – 1,0 л/га	0,68	0,70	0,69
Скат, КЭ – 1,5 л/га	0,65	0,64	0,65

Таблица 6 – Результаты определения содержания остаточных количеств гербицидов в траве пустырника пятилопастного (РУП «Институт защиты растений»

Гербицид, действующее вещество, норма расхода	Год определения	Сутки после обработки	Метод анализа	Действующее вещество
Фюзилад форте, КЭ (флуазифоп-П-бутил, 150 г/л) – 2,0 л/га	2010 г.	70	[7]	Не обнаружено
Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) – 1,0 л/га	2012 г.	25	[2]	Не обнаружено
Хакер, ВГР (клопиралид, 750 г/кг) – 0,12 кг/га	2013 г.	27	[11]	Не обнаружено

Выводы. Применение на многолетних плантациях пустырника пятилопастного гербицидов на основе клопиралида – Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га), Хакер, ВРГ (0,12 кг/га) и Лонтрел гранд, ВДГ (0,12 кг/га) позволяет полностью очистить плантации от ромашки аптечной, трехреберника непахучего, осота полевого, бодяка полевого и одуванчика лекарственного; применение граминицидов Фюзилад форте, КЭ (2,0 л/га), Миура, КЭ (1,0 л/га) и Скат, КЭ (1,5 л/га) – от пырея ползучего. При невысокой плотности сорных растений сбор сухой травы пустырника после применения гербицидов чаще всего находится в пределах ошибки опыта, при высокой плотности сорняков отмечалось увеличение урожая травы на 12–32 %.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея Республики Беларусь: в 3 т. Контроль качества лекарственных веществ и лекарственного растительного сырья / под общ. ред. А.А. Шерякова; Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. – Молодечно: Победа, 2008. – Т. 2. – 472 с.

2. Гринько, А.П. Методические указания по определению хизалофоп-этила в карто-

феле, сое и соевом масле хроматографическими методами / А.П. Гринько, В.Д. Чмиль, Е.М. Кузнецова // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: сб. № 28 / Укргосхимкомиссия; под ред. М.А. Клисенко. – Киев, 2002. – С. 103–109.

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Захаренко, А.В. Действие разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза и урожайность полевых культур / А.В. Захаренко // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.- произв. совещ. (Голицыно, 24 - 28 июля 1995 г.). – Пущино, 1995. – С. 51–55.

5. Захаренко, В.А. Справочник по применению гербицидов / В.А Захаренко, А.Ф. Ченкин. – М.: Московский рабочий, 1982. – 160 с.

6. Зуза, В.С. Особливості засміченості окремих сільскогосподарських культур в одинакових агроекологічних умовах / В.С. Зуза // Эффективность агротехнических приемов в условиях экологизации земледелия Украины: сб. науч. тр. / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1994. – С. 9–15.

7. Марусич, Н.И. Методика определения флуазифоп-п-бутила, действующего вещества препарата Фюзилад Форте КЭ, в воде, почве, воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом газожидкостной хроматографии / Н.И. Марусич, Н.П. Левошук, Ю.В. Гарасюк // ГУ РНПЦ гигиены Минздрава Беларуси. – Минск, 2008.

8. Миренков, Ю.А. Интегрированная защита полевых культур: учеб. пособие / Ю.А. Миренков, А.Р. Цыганов, П.А. Саскевич. – Горки: Белорус. с.-х. акад., 2005. – 180 с.

9. Пушкина, Г.П. Химический метод борьбы с сорняками на посевах лекарственных культур / Г.П. Пушкина, Н.В. Букина, В.М. Пучин // Лекарственное растениеводство. – М., 1986. – Вып.2. – С.74–75.

10. Спиридонов, Ю.Я. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе: монография / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М.: РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2006. – 265 с.

11. Юдин, Б.И. Методические указания определению лонтрела в воде, почве и растениях методом газожидкостной хроматографии / Б.И. Юдин, П.Г. Лобанов, В.Г. Попов // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М., 1992. – Т. 2. – С. 39–42.

E.A. Yakimovich
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

DECREASE OF MOTHERWORT PERENNIAL PLANTINGS WEED INFESTATION

Annotation. The application of clopyralid-based herbicides in motherwort (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) perennial plantings allows to clean fully the plantings of *Matricaria inodora*, *Cirsium arvense* and *Sonchus arvensis*, the graminicides application – *Elytrigia repens*. At low weed plants density motherwort dry grass yield after herbicides application more often is at the experimental error level, at high weed plants density the grass yield increase for 12-32 % has been observed.

Key words: motherwort, weed plants, yield losses, herbicides, pesticide residues.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 635.1:632.4.01/.08 (476+479.24)

Д.В. Войтка[1], Е.К. Юзефович[1], Я.Ю. Атакишиева[2]
[1] РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки. Минский р-н
[2] Институт микробиологии НАН Азербайджана, Азербайджан

СКРИНИНГ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГРИБОВ Р. *TRICHODERMA* ПО ОТНОШЕНИЮ К ДОМИНИРУЮЩИМ КОРНЕОБИТАЮЩИМ ПАТОГЕНАМ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР, ИЗОЛИРОВАННЫМ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И АЗЕРБАЙДЖАНА

Рецензент: канд. с.-х. наук Вабищевич В.В.

Аннотация. Представлены результаты исследований антагонистической активности грибов р. *Trichoderma* по отношению к доминирующим корнеобитающим фитопатогенам овощных культур, изолированным на территории Беларуси и Азербайджана. Установлено, что для большинства изученных штаммов антагонистов характерен смешанный тип антагонистического действия с выраженным фунгистатическим алиментарным, антибиотическим и территориальным антагонизмом. Отобраны штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR F-186 с высоким показателем ингибирования роста фитопатогенов и полифункциональным механизмом антагонистической активности.

Ключевые слова: *Trichoderma*, антагонистическая активность, тип антагонистического действия, корнеобитающие фитопатогены.

Введение. Болезни корневой системы овощных культур, вызываемые комплексом корнеобитающих патогенов, являются серьезным препятствием получения стабильных урожаев, особенно огурца, томата, перца, выращиваемых в культивационных сооружениях. Совершенствование современных технологий производства овощной продукции предполагает существенное сокращение применения веществ антропогенного происхождения (пестицидов) с преимущественным использованием естественных механизмов регуляции численности вредных организмов путем применения биологических препаратов на основе высокоактивных штаммов микроорганизмов.

В данном аспекте большое значение придается биологическим средствам защиты растений полифункциональной активности (комбинированным препаратам), создание которых производится через объединение нескольких культур, обладающих определенными целевыми свойствами. Реализация стратегии оперативного сдерживания численности фитопатогенов возможна при наличии эффективных агентов биоконтроля – антагонистически активных бактерий и микромицетов. Высокая биологическая эффективность комбинированных препаратов обусловлена наличием у каждого вида в ассоциации своей экологической ниши, что подтверждается данными о совместимости и эффективности использования ассоциаций микробов-антагонистов разных видов и даже родов для снижения вредоносности фитопатогенов [1-5].

Среди почвенных антагонистов грибного происхождения ведущая роль отводится грибам рода *Trichoderma* Pers. ex Fr. Они располагают механизмами (микопаразитизм, антибиоз, конкуренция, устойчивость к стрессам), дающими возможность подавлять многие болезни культурных растений, вызываемых почвообитающими фитопатогенами: *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii, Phythium aphanidermatum, Gaeumannomyces graminis* var. *tritici, Fusarium oxysporum, F. culmorum* и др. [6-11].

В связи с этим проблема поиска высокоактивных, конкурентоспособных, технологичных штаммов микроорганизмов-антагонистов, оценка возможных способов активации их полезных свойств и последующая разработка эффективных биопрепаратов является весьма актуальной и соответствует приоритетным направлениям научно-технического и социально-экономического развития Республики Беларусь и Азербайджанской Республики.

Целью исследований являлась оценка антагонистической активности грибов р. *Trichoderma* по отношению к доминирующим корнеобитающим патогенам овощных культур, изолированным на территории Беларуси и Азербайджана.

Материалы и методика проведения исследований. В экспериментальных исследованиях использовали штаммы грибов-антагонистов р. *Trichoderma* из коллекции лаборатории микробиологического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений»: *Trichoderma lignorum* IZR F-132, *Trichoderma* sp. IZR F-182, *Trichoderma* sp. IZR F-183, *Trichoderma* sp. IZR F-186, *Trichoderma* sp. IZR F-187, *Trichoderma* sp. IZR F-188, *Trichoderma* sp. IZR F-189. В качестве доминирующих корнеобитающих патогенов использовали культуры штаммов и изолятов микроорганизмов: *F. oxysporum* 2-5, *Fusarium solani* 1-4, *Rhizoctonia solani* 2-4, *Pythium* sp. 1-2, выделенных на территории Беларуси, а также грибы *F. oxysporum* 1-Az, *R. solani* 2-Az, изолированные на территории Азербайджана.

Изучение антагонистического действия грибов-антагонистов р. *Trichoderma* по отношению к фитопатогенным микромицетам проводили в условиях *in vitro* методом встречных культур [12]. Измеряли радиус колоний фитопатогена и антагониста, высоту колонии (в мм), оценивали плотность колонии по 3-балльной системе (1-редкая, 2-средняя, 3-плотная), окраску колоний и субстрата [14].

Для оценки антагонистической активности грибов рода *Trichoderma* по отношению к фитопатогенным грибам учитывали степень угнетения фитопатогена через 7 и 14 суток совместного культивирования.

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 [13]. Знаком «+» указывали нарастание гриба р. *Trichoderma* на колонию фитопатогена, «++» – появление спороношения, «+++» – полное нарастание и спороношение антагониста, «–» – наличие стерильной зоны.

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 [13].

Рассчитывали ростовой коэффициент (РК) и процент ингибирования роста фитопатогена [14-16].

Ростовой коэффициент (РК) вычисляли по формуле 1:

$$\text{РК} = \frac{d \times h \times g}{t}, \quad (1)$$

где РК – ростовой коэффициент; d – диаметр колонии, мм; h – высота колонии, мм; g – плотность колонии, балл; t – возраст колонии, сутки.

Ингибирование роста фитопатогена на учетные сутки культивирования определяли по формуле 2:

$$\text{I} = \frac{K - A}{K} \times 100, \quad (2)$$

где I – показатель ингибирования, %; К – рост гриба в контроле, мм; А – рост гриба в варианте, мм.

Взаимоотношения между грибами рода *Trichoderma* и фитопатогенами характеризовали согласно следующей шкале типов:

I – индифферентные (безразличные) взаимоотношения (нарастание колонии гриба рода *Trichoderma* на поверхность колонии фитопатогена с сохранением скорости роста обоих грибов; II – фунгистатический

алиментарный (односторонний) антагонизм (нарастание колонии гриба рода *Trichoderma* на поверхность колонии фитопатогена, который в этом случае прекращает активный рост); III – территориальный антагонизм (обрастание колонии патогена грибом рода *Trichoderma*, обычно патоген отстает в росте); IV – антибиотический антагонизм (замедление роста колонии патогена на расстоянии от колонии гриба рода *Trichoderma*, образование зоны, в которой рост патогена не наблюдается вследствие выделения антибиотических веществ грибом рода *Trichoderma*); V – взаимный антагонизм (нарастание колонии гриба рода *Trichoderma* на поверхность колонии фитопатогена с обоюдным ингибированием скорости роста) [17, с. 32].

Статистический анализ полученных результатов проводили в пакетах статистического анализа MS Excel (однофакторный дисперсионный анализ, описательная статистика) с учетом групповых различий между средними значениями на основе наименьшей существенной разницы (НСР) и доверительного интервала с вероятностью 95 % [18].

Результаты и их обсуждение. В 2018 году в ходе фитосанитарного мониторинга посадок овощных культур в культивационных сооружениях Беларуси и анализа фитопатологического материала установлено, что доминирующими корнеобитающими патогенами являются микромицеты родов *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia, Alternaria* и *Pythium.* Видовой состав грибов рода *Fusarium* был представлен видами *F. culmorum*, *F. solani*, *F. sambucinum*. Как доминирующий вид среди грибов р. *Fusarium* был отмечен *F. oxysporum* (66,7-79,2 %). К постоянным компонентам микоценоза ризосферы овощных культур также можно отнести плесневые сапрторофные грибы рр. *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*. Как доминирующие патогены корневой системы овощных культур в условиях Азербайджана были выявлены представители р. *Fusarium* (*Fusarium solani, Fusarium oxysporum*), а также грибы р. *Alternaria*.

Оценка антагонистической активности коллекционных штаммов гриба рода *Trichoderma* показала, что все штаммы в той или иной степени оказывали ингибирующее действие в отношении фитопатогенных микромицетов. Анализ характера взаимодействия штаммов гриба рода *Trichoderma* с фитопатогенами свидетельствует о различных механизмах антагонистического взаимодействия.

В отношении изолятов грибов *Fusarium* spp. все штаммы *Trichoderma* spp. показали достаточно высокий эффект по ингибированию роста патогенов. На 7-е сутки совместного культивирования ингибирование роста изолята гриба *F. oxysporum* 2-5 варьировало от 61,5 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-182) до 98,8 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-189), *F. solani* 1-4 – от 53,4 % (штамм *Trichoderma viride* (*lignorum*) IZR F-132) до 92,8 % (штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR F-186) (таблица 1).

Таблица 1 – Антагонистическая активность грибов рода *Trichoderma* в отношении микромицетов рр. *Fusarium*, *Rhizoctonia* и *Pythium*, изолированных на территории Беларуси (РУП «Институт защиты растений», *in vitro*, сусло-агар, совместное культивирование, 2018 г.)

Штаммы *Trichoderma* spp.	Ингибирование роста фитопатогена, %							
	F. oxysporum 2-5		*F. solani* 1-4		*R. solani* 2-4		*Pythium* sp. 1-2	
	I, %	A	I, %	A	I, %	A	I, %	A
IZR F-182	61,5	Г+++-3	81,0	А+++3	83,3	А++1	99,5	Г+++4
IZR F-183	90,9	Г+++4	92,8	А+++3	89,6	А++2	99,6	Г+++4
IZR F-186	98,7	Г+++4	92,8	А+++3	94,8	А++3	99,5	Г+++4
IZR F-187	97,2	Г+++-4	60,1	А+++2	90,7	А++1	99,5	Г+++4
IZR F-188	67,5	Г+++3	64,6	А+++-2	91,4	А++3	99,6	Г+++4
IZR F-189	98,8	Г+++-4	69,7	А0	58,0	А0	99,6	А0
IZR F-132	75,2	А-2	53,4	А+++1	54,3	А0	99,6	А-0

Примечание. I – ингибирование роста фитопатогена; А – характеристика антагонистического действия.

Максимальное ингибирование роста по отношению к изоляту гриба *R. solani* 2-4 *показал штамм Trichoderma* sp. IZR F-186 (94,8 %). В отношении изолята грибоподобного организма *Pythium* sp. 1-2 все штаммы гриба рода *Trichoderma* показали высокую антагонистическую активность – показатель ингибирования роста составил 99,5-99,6 %.

Установлено, что в отношении гриба *F. oxysporum* 2-5 гриб *Trichoderma viride* (*lignorum*) IZR F-132 показал антагонизм по IV типу, штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-182, *Trichoderma* sp. IZR F-187 и *Trichoderma* sp. IZR F-189 характеризовались смешанным типом *антагонистического действия по* II и IV типам, для штаммов *Trichoderma* sp. IZR F-183, *Trichoderma* sp. IZR F-186 и *Trichoderma* sp. IZR F-188 был характерен II тип антагонистического взаимодействия.

В ходе изучения антагонистической активности штаммов гриба рода *Trichoderma* было отмечено, что они не только нарастали на колонию фитопатогенных микромицетов, но и обильно спороносили, что свидетельствует об их гиперпаразитической активности. Более высокой гиперпаразитической активностью в отношении изолята гриба *F. oxysporum* 2-5 характеризовались штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-183, *Trichoderma* sp. IZR F-186, *Trichoderma* sp. IZR F-187 и *Trichoderma* sp. IZR F-189.

В отношении изолята гриба *F. solani* 1-4 большинство штаммов показали антагонизм по II типу, штамм *Trichoderma* sp. IZR F-188 характеризовался смешанным *типом антагонистического действия по* II и IV типу, а гриб *Trichoderma* sp. IZR F-189 показал территориальный тип антагонистических отношений (III тип).

При совместном культивировании с грибом *R. solani* 2-4 большинство штаммов *Trichoderma* spp. проявили фунгистатический алиментар-

ный антагонизм по II типу – нарастали на колонию патогена. Штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-189 и *Trichoderma* sp. IZR F-189 обрастали колонии патогенов *R. solani* 2 и *Pythium* sp. 1-2, что свидетельствует о III типе антагонистического взаимодействия. В отношении оомицета *Pythium* sp. 1-2 все остальные штаммы *Trichoderma* spp. показали высокую гиперпаразитическую активность, на 10-е сутки совместного культивирования отмечено не только полное зарастание колонии патогена, но и обильное спороношение, визуально колонию фитопатогена можно было обнаружить только с обратной стороны чашки Петри, причем диаметр колонии не превышал 9,9 мм (в контроле – 89,9 мм) (таблица 3).

Таблица 3 – Ингибирование роста микромицетов рр. *Fusarium*, *Rhizoctonia* и *Pythium* штаммами *Trichoderma* spp. (РУП «Институт защиты растений», *in vitro*, сусло-агар, совместное культивирование, учет на 7-е сутки, 2018 г.)

Штаммы *Trichoderma* spp.	Показатели роста фитопатогенов							
	F. oxysporum 2-5		*F. solani* 1-4		*R. solani* 2-4		*Pythium* sp. 1-2	
	D, мм	РК	D, мм	РК	D, мм	РК	D, мм	РК
Контроль	90,0	96,3	89,9	115,6	90,0	154,1	89,9	53,9
IZR F-182	34,6	37,1	38,5	22,0	40,1	25,8	9,9	0,25
IZR F-183	30,8	8,8	39,0	8,4	37,5	16,1	9,6	0,24
IZR F-186	35,0	1,3	38,8	8,3	28,0	8,0	9,9	0,25
IZR F-187	38,1	2,7	43,0	46,1	33,4	14,3	9,8	0,24
IZR F-188	36,5	31,3	45,9	41,0	30,9	13,2	9,6	0,24
IZR F-189	31,4	1,1	27,3	35,0	37,8	64,7	9,4	0,23
IZR F-132	41,8	23,9	35,9	53,8	41,1	70,5	8,8	0,22
$^{1}НСР_{05}$	50,62	–	49,22	–	51,07	–	73,47	–
$^{2}НСР_{05}$	3,94	–	6,00	–	6,32	–	0,77	–

Примечания: 1. D – диаметр колонии фитопатогена; РК – ростовой коэффициент фитопатогена; 2. $^{1}НСР_{05}$ – разница между вариантами и контролем; $^{2}НСР_{05}$ – разница между вариантами.

Данные ростового коэффициента микромицетов *Fusarium* spp. свидетельствуют о том, что данный показатель при совместном культивировании с антагонистами значительно падает и варьирует в зависимости от штамма антагониста. Наиболее интенсивное снижение ростового коэффициента отмечено в вариантах совместного культивирования *F. oxysporum* 2-5 + *Trichoderma* sp. IZR F-189 и *F. oxysporum* 2-5 + *Trichoderma* sp. IZR F-186 – в 87,5 и 74,1 раза соответственно.

В отношении гриба *F. solani* 1-4 более интенсивное снижение ростовых показателей отмечено в вариантах совместного культивирования *F. solani* 1-4 + *Trichoderma* sp. IZR F-183 – снижение в 13,8 раза и *F. solani* 1-4 + *Trichoderma* sp. IZR F-186 – в 13,9 раза. В отношении гриба *R. solani* 2-4 наибольшей активностью обладал штамм гриба *Trichoderma* sp. IZR F-186: снижение ростового коэффициента составило 19,3 раза.

Анализ антагонистической активности отобранных штаммов грибов-антагонистов *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR

F-186 в отношении фитопатогенных грибов, выделенных из фитопатологического материала растений овощных культур на территории Азербайджанской Республики показал, что на 7-е сутки совместного культивирования ингибирование роста было на уровне 96,0 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-183) и 98,3 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-186) в отношении гриба *F. oxysporum* 1-Az и 89,3 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-183) и 93,9 % (штамм *Trichoderma* sp. IZR F-186) в отношении гриба *R. solani* 2-Az (таблица 4).

Таблица 4 – Антагонистическая активность грибов рода *Trichoderma* в отношении микромицетов рр. *Fusarium* и *Rhizoctonia, выделенных на территории* Азербайджанской Республики (РУП «Институт защиты растений», *in vitro*, сусло-агар, совместное культивирование, 2018 г.)

Штаммы *Trichoderma* spp.	Ингибирование роста и характеристика антагонистического действия в отношении							
	***F. oxysporum* 1-Az**				***R. solani* 2-Az**			
	D, мм	**РК, %**	**I, %**	**А**	**D, мм**	**РК, %**	**I, %**	**А**
Контроль	89,8	96,2	–	–	90,0	153,6	–	–
IZR F-183	28,0	3,9	96,0	Г+++–4	38,7	16,4	89,3	Г+++2
IZR F-186	30,8	1,7	98,3	Г+++–4	33,2	9,3	93,9	Г+++3
$^{1}НСР_{05}$	1,48	–	–	–	*1,89*	–	–	–
$^{2}НСР_{05}$	*1,79*	–	–	–	*2,31*	–	–	–

Примечания: 1. D – диаметр колонии фитопатогена; РК – ростовой коэффициент фитопатогена; I – показатель ингибирования; А – характеристика антагонистического действия; Г – вся колония патогена покрыта гиперпаразитом; 2. $^{1}НСР_{05}$ – разница между вариантами и контролем; $^{2}НСР_{05}$ – разница между вариантами

Анализ характера взаимодействия двух штаммов антагонистов *Trichoderma* spp. с фитопатогенами показал, что в отношении гриба *F. oxysporum* 1-Az оба штамма проявили смешанный тип антагонизма по III и IV типу. В отношении гриба *R. solani* 2-Az штаммы проявили дифференцированную гиперпаразитическую активность.

Анализ антагонистической активности изолятов и штаммов грибов рода *Trichoderma* свидетельствует о комплексном механизме антагонистического взаимодействия в отношении патогенов корневой системы овощных культур. Большинство изученных антагонистов характеризовалось смешанным типом действия с выраженным наличием фунгистатического алиментарного действия (II тип), а также антибиотического (IV тип) и территориального (III). По результатам всесторонней оценки антагонистической активности более активным оказались штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR F-186 (средний показатель ингибирования роста 93,2 и 96,5 % соответственно), механизм действия которых отличается полифункциональностью: конкуренцией и гиперпаразитизмом. Анализ полученных результатов позволяет обосновать отбор в качестве перспективных штаммы грибов-антагонистов *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR F-186.

Заключение. Оценка антагонистической активности грибов рода *Trichoderma* по отношению к корнеобитающим патогенам овощных культур, выделенным на территории Беларуси и Азербайджана, свидетельствует о комплексном механизме антагонистического взаимодействия. Большинство изученных антагонистов характеризовалось смешанным типом действия с выраженным фунгистатическим алиментарным, антибиотическим и территориальным антагонизмом.

По результатам всесторонней оценки антагонистической активности для включения в состав микробной композиции с бактериальными антагонистами отобраны штаммы *Trichoderma* sp. IZR F-183 и *Trichoderma* sp. IZR F-186, характеризующиеся средним показателем ингибирования роста патогенов 93,2 и 96,5 % соответственно, механизм действия которых отличается полифункциональностью: конкуренцией и гиперпаразитизмом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта Б18АЗ-007 «Синергетический потенциал антагонистического действия микроорганизмов родов *Trichoderma* и *Bacillus* в отношении фитопатогенов корневой системы овощных культур».

Список литературы

1. Павлюшин, В.А. Агроэкологическое и биоценотическое обоснование биометода в защищенном грунте / В.А. Павлюшин, К.Е. Воронин, Л.П. Красавина // Биологическая защита растений в Восточно-Сибирском регионе: материалы науч.-производ. семинара, Иркутск, 12-17 июля 2001 г. / ВИЗР; науч. ред. В.А. Павлюшин. – СПб., 2002. – С. 10–14.

2. Алимова, Ф.К. Некоторые вопросы применения препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в сельском хозяйстве / Ф.К. Алимова // Журнал АГРО XXI. – 2006. – № 46. – С. 18–21.

3. Егоров, Н.С. Практикум по микробиологии / Н.С. Егоров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 307 с.

4. Хохряков, М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / М.К. Хохряков // ВАСХНИЛ, ВНИИ защиты растений. – Л., 1979. – 78 с.

5. Бухало, А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре: монография / А.С. Бухало; Акад. наук Укр. ССР, Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. – Киев: Наук. думка, 1988. – 144 с.

6. Муромцев, Г.С. Метод наблюдения антагонистических (конкурентных) взаимоотношений микроорганизмов в почве / Г.С. Муромцев, Г.А. Глобус // Докл. ВАСХНИЛ. – 1980. – № 6. – С. 3–5.

7. 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.

8. 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» / сост.: В.Д. Поликсенова, А.К. Храмцов, С.Г. Пискун. – Минск: БГУ, 2004. – 36 с.

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

10. Alabouvette, C. Biological control of plant diseases: the European situation / C. Alabouvette, C. Olivain, C. Steinberg // European J. of Plant Pathol. – Vol. 114. – 2006. – P. 329–341.

11. Basim, H. Efficacy of a biological fungicide (Planter Box (*Trichoderma harzianum* Rifai T-22)) against seedling root rot pathogens (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp.) of cotton / H. Basim, S.B. Oztork, O. Yegen // GAP-Environmental Symposium. – Panl Yurfa, Turkey, 1999. – P. 137–144.

12. Combination of fungal and bacterial antagonists for management of root and stem rot disease of soybean / D.S. Mishra [et al.] // Pak. J. Bot. – 2011. – Vol. 43. – № 5. – P. 2569–2574.

13. Field Efficacy of *Trichoderma harzianum* and *Rhizobium against* Wilt Complex of Chickpea / V. K. Nirmalkar [et al.] //Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2017. – T. 6. – №. 7. – P. 1421–1429.

14. Harman, G.E. Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity / G.E. Harman // New Phytologist. – 2011. – Vol. 189, № 3. – P. 647–649.

15. Molecular mechanism of *Trichoderma* as bio-control agents against phytopathogen system / G. Harsukh [et al.] // Current Research in Microbiology and Biotechnology. – 2013. – № 1 (4). – P. 133–142.

16. Kumar, M. Priming of plant defense and plant growth in disease-challenged crops using microbial consortia / M. Kumar, N. Karthikeyan, R. Prasanna // Microbial-mediated Induced Systemic Resistance in Plants. – Springer, Singapore, 2016. – P. 39–56.

17. Prasad, R.D. Biological control of soil borne plant pathogens using *Trichoderma* species / R.D. Prasad, M.K. Naik // Advances in soil born plant diseases. – New India Publishing Agency. – New Delhi, 2008. – P. 311–340.

18. Schuster, A. Biology and biotechnology of *Trichoderma* / A. Schuster, M. Schmoll // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2010. – Vol. 87. – P. 787–799.

D.V. Voitka[1], E.K. Yuzefovich[1], Y.Yu. Atakishyeva[2]

[1]RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

[2]Institute of Microbiology Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan

SCREENING OF ANTAGONISTIC ACTIVITY OF TRICHODERMA GENUS FUNGI TOWARDS TO DOMINATING ROOT-HABITAT VEGETABLE CROPS PATHOGENS ISOLATED ON THE TERRITORY OF BELARUS AND AZERBAIJAN

Summary. The results of the antagonistic activity studies of *Trichoderma* fungi in relation to the dominant root-habitat plant pathogens isolated on the territory of Belarus and Azerbaijan are presented. It has been determined that for the most of the studied antagonist strains a mixed type of antagonistic action with the pronounced fungistatic trophic, antibiotic, and territorial antagonism is characteristic. The strains of *Trichoderma* sp. IZR F-183 and *Trichoderma* sp. IZR F-186 with a high rate of inhibiting the pathogens growth and a multifunctional antagonistic mechanism of activity have been selected.

Key words: *Trichoderma*, antagonistic activity, type of antagonistic action, root-habitat pathogens.

УДК: 633.63:632.48

Г.И. Гаджиева[1], О.В. Подковенко[1], О.В. Молчан[2]
[1]РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н
[2]ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси», г. Минск

ВЛИЯНИЕ ЦЕРКОСПОРОЗА НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Рецензент: канд. с.-х. наук Кивачицкая М.М..

Аннотация. К одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней сахарной свеклы относится церкоспороз (возб. *Cercospora beticola* Sacc.). При сильном поражении значительно снижаются урожайность и сахаристость корнеплодов, нарушаются физиологические процессы. Установлено, что с увеличением интенсивности поражения снижается содержание хлорофилла a, хлорофилла b, суммы хлорофиллов и суммы каротиноидов. Отмечено также снижение интенсивности фотосинтеза по мере увеличения интенсивности поражения листьев болезнью. выявлена значительная модуляция антиоксидантной системы, проявившаяся в изменении уровней содержания низкомолекулярных антиоксидантов – фенольных соединений – и антирадикальной активности в ткани листа.

Ключевые слова: сахарная свекла, церкоспороз, физиолого-биохимические параметры листьев.

Введение. К одной из наиболее распространенных и опасных болезней сахарной свеклы относится церкоспороз (возб. *Cercospora beticola* Sacc.). Его проявление зависит от устойчивости сорта, момента проявления первых симптомов болезни и погодных условий, сложившихся во второй половине вегетации. Оптимальными для развития болезни являются температура воздуха ночью выше +15 °С и днем +20-25 °С, а также относительная влажность выше 70 %. В случае более низкой среднесуточной температуры (+9-10 °С) при высокой влажности или более низкой влажности (до 60 %) при благоприятной температуре развитие гриба замедляется. Кроме того, образуется меньше спор и они меньшего размера. Наиболее сильно церкоспорозом свекла поражается в районах с температурой самого теплого месяца +22-25 °С и обильными осадками (более 200 мм). Продолжительность инкубационного периода в летние месяцы составляет 1-2 недели, а осенью, с наступлением похолодания, затягивается до 30-40 дней и более [7].

По литературным данным, при слабом или позднем поражении растений недобор сахара колеблется от 5 до 10 %, при среднем – от 15 до 20, при сильном и раннем – от 30 до 70 % [7]. В Беларуси при сильном

поражении церкоспорозом урожайность корнеплодов может снижаться на 46 %, ботвы – на 68 %, значительно снижается и сахаристость [4]. Согласно нашим ранее проведенным исследованиям, при поражении церкоспорозом по 1-3 баллам сахаристость корнеплодов снижается на 0,3-0,5 %, по 4 баллу – на 1,2 % [2; 3].

Кроме того, поражение церкоспорозом нарушает все физиологические процессы в растении: у пораженных листьев в 3-4 раза увеличивается интенсивность транспирации, ассимиляция углекислоты снижается в 10 раз и более, нарушается азотистый обмен. В результате, у пораженных растений азота в листьях содержится меньше, а в корнеплодах больше, чем в здоровых. Вследствие накопления в растении азотистых веществ в корнеплоде повышается содержание α-аминного азота, который во время переработки приводит к увеличению выхода патоки и уменьшению выхода сахара. В связи с этим, доброкачественность очищенного сока ухудшается [7].

Проведение комплексного физиолого-биохимического анализа листьев растений, пораженных церкоспорозом, позволит выявить основные закономерности воздействия патогена на физиологические и биохимические процессы, важнейшими их которых являются процессы фотосинтеза и состояние антиоксидантных систем. Полученные данные могут являться основой при разработке комплекса мероприятий по снижению вредоносности болезни.

Место и методика проведения исследований. Отбор образцов листьев сахарной свеклы для анализа проводился на опытном поле РУП «Институт защиты растений» трехкратно с интервалом времени 7 суток (19, 26 сентября и 03 октября 2016 г.). Отбирали по 10-15 листьев растений с различной интенсивностью поражения церкоспорозом: 10, 25, 50, 75 и 100 %; контролем служили не пораженные листья. Чтобы избежать варьирования фотосинтетических параметров в зависимости от фотопериода, образцы отбирали в одинаковое время суток (9.30-10.00 утра). Все измерения проводили в ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси» через 1 час после отбора образцов.

Количественное определение фотосинтетических пигментов проводили методом абсорбционной спектрофотометрии с использованием СФ 2000, экстрагируя пигменты из листовых дисков 100 % ацетоном. Содержание суммы хлорофиллов, хлорофиллов a и b, каротиноидов в общей смеси пигментов рассчитывали по соответствующим формулам [12]. Измерения для каждого варианта проводили не менее, чем в 5-кратной повторности.

Определение флуоресценции хлорофилла проводили с помощью флуориметра Solar CM 2203 (Беларусь). Регистрировали спектры излучения флуоресценции сегментов листьев в диапазоне длин волн

600-780 нм при длине волны возбуждения 450 нм. Коэффициенты флуоресценции ω и Rfd рассчитывали по формулам 1 и 2:

$$\omega = F_{740}/F_{685} \quad (1)$$

где F_{740} и F_{685} – значения интенсивности флуоресценции хлорофилла длиной волны 740 нм и 685 нм, соответственно;

$$Rfd = (F_m - F_0)/F_0 \quad (2)$$

где F_m и F_0 – максимальный и фоновый уровни флуоресценции, соответственно [5, 6].

Фоновый уровень флуоресценции получали из исходных спектров флуоресценции сегментов листьев растений. Для получения максимального уровня флуоресценции сегменты листьев инкубировали в 0,01 % растворе диурона (дихлорофенил-диметил-мочевины) в течение 50 мин, затем повторно регистрировали спектры флуоресценции. Измерения для каждого варианта проводили не менее, чем в 10-кратной повторности.

Определение скорости дыхания (по поглощению O_2 тканью листа в темноте), скорости фотосинтеза (по выделению O_2 тканью листа на свету) и коэффициента эффективности фотосинтеза KphA проводили при помощи прибора и специальных программ PlantVital®5030 фирмы INNO-Concept GmbH (Германия), данные представлены в мг O_2/дм^2·ч [11]. Из полученных данных по скоростям фотосинтеза и дыхания программой рассчитывали коэффициент Виталитета Kph (коэффициент фотосинтетической эффективности) по формуле:

$$Kph = S/R \quad (3)$$

где S – скорость фотосинтеза; R – скорость дыхания.

Измерения проводили в 6-кратной повторности, не менее чем на 4-х растениях, вычисляли среднее арифметическое значение и стандартную ошибку.

Содержание суммы фенольных соединений определяли по стандартной методике с реактивом Фолина-Дениса [13]. Антирадикальную ативность оценивали по реакции с DPPH (дифенил-2-пикрил-гидразил) с помощью спектрофотометра Varian Cary 50. Процент ингибирования P (%) активности DPPH рассчитывали по формуле 4:

$$P = (A\text{-}B)/A \times 100 \quad (4)$$

где A – оптическая плотность контроля; B – оптическая плотность образца [10].

Измерения для каждого варианта проводили не менее, чем в 10-кратной повторности. Для статистического анализа полученных результатов применяли стандартные методы вариационной статистики [8]. Данные на гистограммах и в таблицах представлены как среднее арифметическое и ошибка средней величины.

Результаты исследований. Одним из наиболее важных показателей, определяющих способность фотосинтетического аппарата растения (ФСА) осуществлять поглощение света, является содержание в листьях фотосинтетических пигментов, главнейшим из них является хлорофилл. Содержание этих пигментов в листьях различно. В старых пожелтевших листьях содержатся только каротиноиды. Такие листья не могут осуществлять фотосинтез. Для нормального течения процесса фотосинтеза необходимо наличие хлорофилла. Хлорофилл – вещество, которое не только поглощает энергию света, но и направляет ее на осуществление процесса фотосинтеза [9].

Согласно полученным данным, с увеличением интенсивности поражения листовой пластинки церкоспорозом (соответственно, увеличением площади некротизированной ткани) содержание хлорофилла a (хл a), хлорофилла b (хл b), суммы хлорофиллов хл (a + b), и суммы каротиноидов снижалось. При этом соотношение хл a / хл b, возрастало, а соотношение общего содержания хлорофиллов к содержанию каротиноидов снижалось при 50, 75 и 100 %-ном поражении патогеном (таблица 1). Такие изменения в общем содержании фотосинтетических пигментов могут быть связаны не только с влиянием патогена, но и со снижением биосинтетической активности листьев в конце вегетации культуры.

Таблица 1 – Содержание и соотношение фотосинтетических пигментов в листьях сахарной свеклы при различной интенсивности поражения церкоспорозом (РУП «Институт защиты расмтений», 2016 г.)

Интенсивность поражения, %	Хлорофилл a, мг/г сухой массы	Хлорофилл b, мг/г сухой массы	Хлорофилл a + b, мг/г сухой массы	Каротиноиды, мг/г сухой массы	Хлорофилл a / хлорофилл b	Хлорофилл (a + b) / каротиноиды
Контроль (не пораженные листья)	6,736	1,795	8,531	2,842	3,810	3,005
10	4,294	1,102	5,396	2,019	4,783	2,619
25	4,158	1,114	5,272	2,039	4,281	2,547
50	3,354	0,753	4,106	1,750	4,993	2,354
75	2,486	0,625	3,112	1,393	5,185	2,200
100	1,585	0,333	1,918	0,953	5,202	2,012

Флуоресценция хлорофилла. При активном фотосинтезе в условиях слабого освещения почти вся поглощенная энергия света используется в процессе фотосинтеза. Поэтому интенсивность флуоресценции хлорофилла в клетке очень низка, но и при таких условиях небольшая часть энергии переходит в энергию флуоресценции в виде так называемой фоновой флуоресценции F_0. Если при каких-либо воздействиях нарушается состояние фотосинтетических мембран, флуоресценция

хлорофилла возрастает. В наших исследованиях величина параметра F_0, коррелирующая с содержанием хлорофилла, и F_m-F_0, характеризующая эффективность начальных этапов фотосинтеза, с увеличением интенсивности поражения церкоспорозом в первой серии эксперимента существенно снижались. Причем с увеличением интенсивности поражения листовой пластинки снижение было более выраженным. Во второй и третьей сериях параметры F_0 и F_m-F_0 всех исследованных вариантов поражения листьев были существенно ниже, чем в первой; при этом значительного снижения этих параметров не наблюдалось (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели флуоресценции хлорофилла листьев сахарной свеклы при различной степени поражения церкоспорозом

Интенсивность поражения, %	F0 680 нм, отн. ед.	F0 740 нм, отн. ед.	Fm-F0 680 нм, отн. ед.	Fm-F0 740 нм, отн. ед.
19 сентября				
Контроль (не пораженные листья)	64,726	128,432	74,723	122,001
10	56,177	97,042	81,326	103,260
25	76,791	99,980	68,338	60,241
50	67,222	113,594	74,163	86,877
75	53,475	67,505	54,612	51,239
100	43,902	41,580	28,894	19,304
26 сентября				
Контроль (не пораженные листья)	22,748	24,428	62,880	42,729
10	22,133	21,063	53,024	37,172
25	20,326	20,183	75,430	48,567
50	18,521	17,620	61,634	34,934
75	21,804	18,417	81,941	50,487
100	21,833	20,491	67,131	41,035
03 октября				
Контроль (не пораженные листья)	21,313	24,096	58,969	44,328
10	22,083	21,066	70,676	52,027
25	24,998	22,750	62,814	44,805
50	34,906	29,058	51,607	33,521
75	29,439	25,341	55,023	36,902
100	35,906	32,043	59,526	43,883

Известно, что транспорт электрона по электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) фотосинтеза осуществляется между двумя фотосистемами (ФС), различающимися по составу белков, пигментов и оптическим свойствам.

При этом светособирающая антенна ФС I в основном содержит пигменты, поглощающие свет с длиной волны $\lambda < 700 \div 730$ нм, а ФС II – $680 \div 700$ нм. Спектры флуоресценции листьев растений при комнатной температуре обычно имеют два максимума – в диапазоне длин волн 682-686 нм (F685), и 730-742 нм (F740). Полагают, что в более коротковолновой области флуоресцирует хлорофилл ФС II, в длинноволновой – хлорофилл ФС I, а соотношение коротковолновых и длинноволновых максимумов определяется степенью агрегированности форм хлорофилла и реабсорбцией излучения. Для количественной характеристики флуоресценции хлорофилла был введен параметр ω. Следует отметить, что коэффициент флуоресценции ω, равный 1 и выше отн. ед., свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии растений, при действии стрессовых факторов коэффициент снижается. Как у молодых, так и у отмирающих тканей (независимо от причин гибели), интенсивность длинноволновой флуоресценции бывает низкой, а значение ω – минимальным, т.е. онтогенез фотосинтезирующего листа связан с возрастанием и последующим спадом длинноволновой флуоресценции.

Нами установлено значительное снижение параметра ω при воздействии возбудителя церкоспороза в первой серии экспериментов (в середине сентября). В двух последующих сериях (конец сентября, начало октября) значение ω снижалось для всех вариантов, включая контроль; дополнительное снижение под влиянием патогена было менее выраженным (рисунок 1). Максимальное значение параметра ω во всех трех сериях эксперимента отмечено в контроле (не пораженные листья), из чего можно предположить, что поражение листовой поверхности церкоспорозом приводит к изменению соотношения в фотосинтетическом аппарате (ФСА) листа длинноволновых и коротковолновых форм пигментов и, таким образом, ухудшает способность ФСА осуществлять первичные процессы фотосинтеза, связанные с поглощением света светособирающими антеннами и миграцией энергии к реакционным центрам (РЦ) фотосистем.

При дефиците азота, когда скорость роста и потребность в продуктах фотосинтеза и световой энергии снижены, адаптивные реакции приводят к уменьшению фотосинтетической активности РЦ и, соответственно, снижению коэффициента Rfd. Это одна из наиболее ранних регуляторных реакций фотосинтетического аппарата в ответ на дефицит минерального питания. Она направлена на предотвращение использования избыточного количества электронов и электронного возбуждения в цепи переносчиков для генерации активных форм кислорода. Таким образом, функционирование РЦ фотосинтеза направленно изменяется под действием внешних факторов, и это непосредственно отражается на фотосинтетической продуктивности растений.

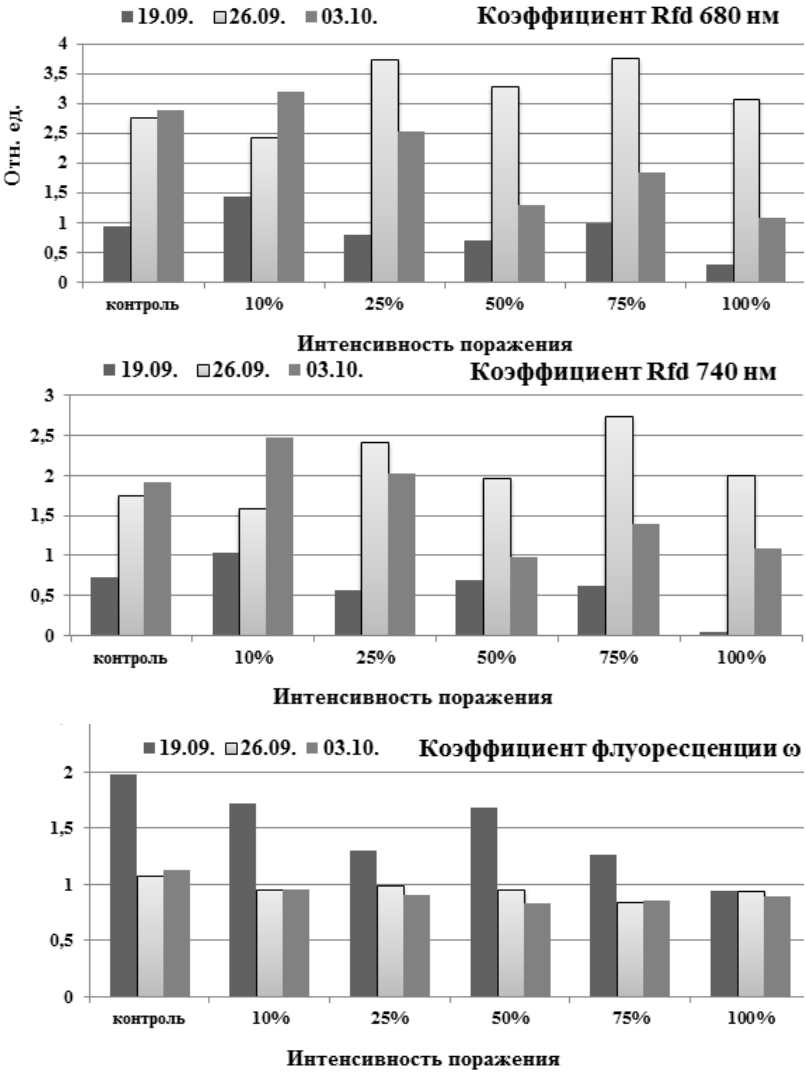


Рисунок 1 – Параметры флуоресценции листьев сахарной свеклы при различной степени поражения церкоспорозом

Как следует из полученных нами данных, поражение листьев церкоспорозом с интенсивностью до 75 % не значительно влияло на величину Rfd, определяющую фотосинтетическую продуктивность листьев в первой серии эксперимента и только при 100 %-ном поражении

снижение было существенным (до 0,046 отн. ед.). В то же время, в экспериментах, проведенных позднее, отмечено увеличение данного показателя по сравнению с контролем, т.е., фотосинтетическая продуктивность непораженной листовой поверхности у пораженных растений может быть выше в сравнении с контролем. В конце вегетационного периода при значительном поражении церкоспорозом (свыше 50 %) наблюдалось существенное снижение коэффициента Rfd. Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что изменения физиолого-биохимических процессов, возникающие в результате поражения церкоспорозом, затрагивают универсальные механизмы стресс-реакции и стресс-адаптации растения. Не исключена также взаимосвязь с интенсивным накоплением сахаров (конечных продуктов фотосинтеза) в корнеплодах в конце вегетационного периода. Возможно также, что у пораженных растений происходит компенсация потери ассимилирующей площади за счет усиления эффективности фотосинтеза здоровыми тканями листа.

По литературным данным, под действием неблагоприятных факторов среды обитания у растений часто происходит сдвиг в соотношении процессов дыхания и фотосинтеза в сторону увеличения процессов потребления O_2 и уменьшения его синтеза [1]. Нами также отмечено закономерное снижение интенсивности фотосинтеза по мере увеличения степени поражения листьев (рисунок 2). Так, в первой серии эксперимента максимальная скорость фотосинтеза наблюдалась у контрольных растений и составила 1,1117 ± 0,05880 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных церкоспорозом участках листьев интенсивность фотосинтеза значительно снижалась – на 31 % относительно контроля при степени поражения 10 % и до 79 % при интенсивности поражения 100 %. При этом на не пораженных участках листьев интенсивность фотосинтеза снижалась не так существенно. Во второй серии измерений скорость фотосинтеза контрольных растений снижалась и составляла 0,9522 ± 0,06465 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных церкоспорозом участках листьев интенсивность фотосинтеза также снижалась – на 11 % относительно контроля при 10 %-ном поражении, на 21-23 % – при 25-50 %-ном и 61 % – при 100 %-ном поражении. На не пораженных участках интенсивность фотосинтеза была на уровне контрольной. В третьей серии измерений скорость фотосинтеза контрольных растений составляла 0,6653 ± 0,03872 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных участках листьев с интенсивностью поражения 10, 75 и 100 % скорость фотосинтеза была ниже контрольной на 8, 15 и 32 %, соответственно. На не пораженных участках интенсивность фотосинтеза во всех вариантах превышала контрольную, причем по мере увеличения степени поражения возрастала и скорость выделения O_2 (рисунок 3).

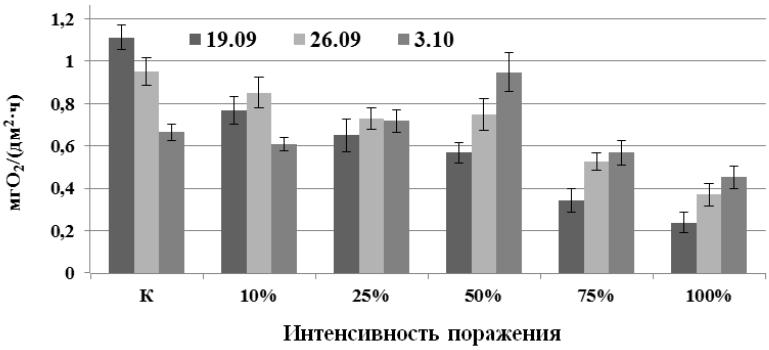


Рисунок 2 – Скорость фотосинтеза листьев сахарной свеклы при различной интенсивности поражения церкоспорозом

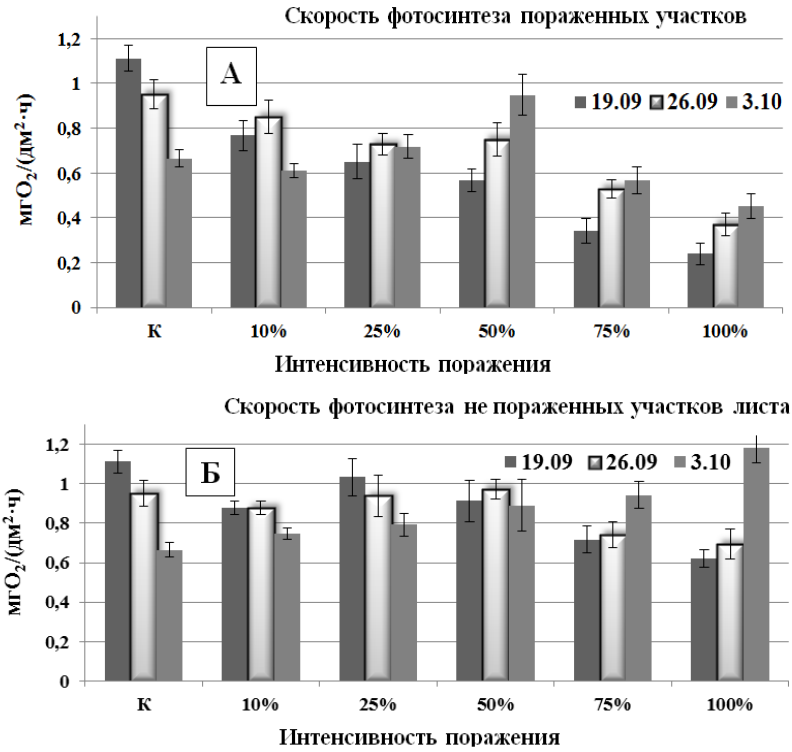


Рисунок 3 – Динамика скорости фотосинтеза пораженных (А) и непораженных (Б) участков листьев сахарной свеклы при поражении церкоспорозом

Скорость дыхания контрольных листьев в первой серии эксперимента составила 0,5610 ± 0,03175 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных церкоспорозом участках листа при степени поражения от 10 до 50 % скорость поглощения O_2 отличалась от контрольной незначительно, однако при развитии болезни 75 % скорость дыхания снижалась на 25 %, при степени поражения 100 % скорость дыхания возросла и составляла 89 % относительно контроля. Во второй серии измерений скорость дыхания контрольных листьев составила 0,4683 ± 0,02594 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных участках листа скорость поглощения O_2 была выше контрольной во всех вариантах – на 15-18 % при степени поражения 10 и 50 %, на 27-29 % – при степени поражения 25 и 75 % и на 30 % – при развитии болезни 100 %. На не пораженных участках листа также наблюдалось повышение скоростей поглощения O_2. Максимальная скорость дыхания отмечена при степени поражения 25 % – на 20 % относительно контроля, в остальных вариантах превышение составило от 8 до 14 %. Скорость дыхания контрольных листьев в третьей серии измерений составила 0,4365 ± 0,02712 мгO_2/дм^2·ч. На пораженных церкоспорозом участках листа скорость поглощения O_2 превышала контрольную во всех вариантах. Максимальная скорость дыхания наблюдалась при степени поражения 50 % – на 52 % выше контроля. На не пораженных участках наблюдалось закономерное повышение скоростей поглощения O_2 по мере увеличения степени поражения – на 12 % при степени поражения 10 % и до 78 % при развитии болезни 100 % (рисунки 4, 5).

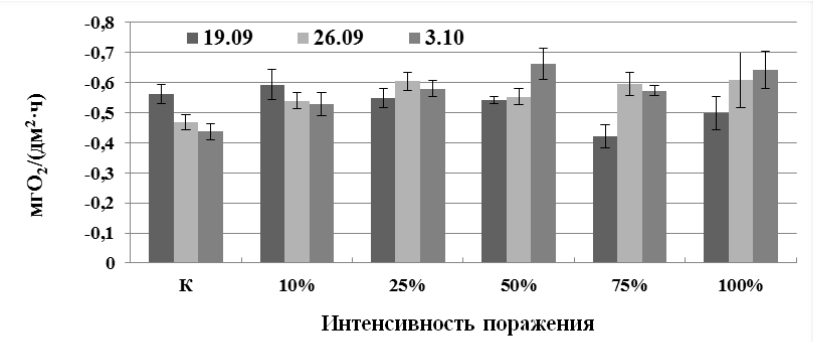


Рисунок 4 – Скорость дыхания листьев сахарной свеклы при различной интенсивности поражения церкоспорозом

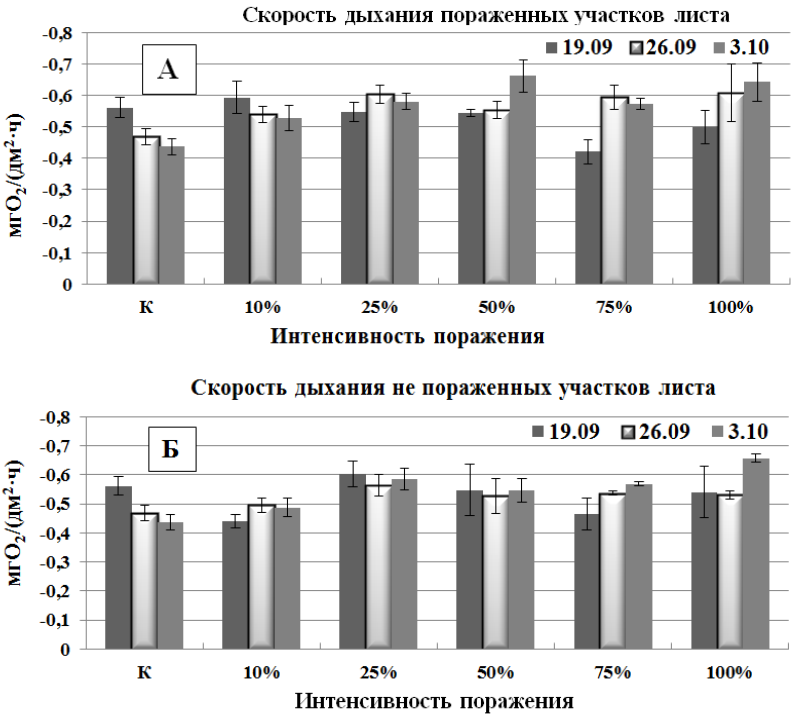


Рисунок 5 – Динамика скорости дыхания пораженных (А) и непораженных (Б) участков листьев сахарной свеклы при поражении церкоспорозом

Максимальный коэффициент фотосинтетической эффективности в первой серии эксперимента был в листьях контрольных растений и составил 2,0177 ± 0,02593 отн. ед. (рисунок 6). На пораженных некротическими пятнами участках листа Kph резко снижался и составлял от 65 % относительно контрольной величины при степени поражения 10 % до 23 % при интенсивности поражения 100 %. На не пораженных участках листа при развитии болезни 10 % коэффициент был идентичен контрольному, при большей степени поражения снижался на 15-45 %. Во второй серии измерений коэффициент фотосинтетической эффективности в листьях контрольных растений составил 2,0465 ± 0,11747 отн. ед.; на пораженных участках листа Kph снижался на 13-70 %, на не пораженных – от 20 до 36 %. В третьей серии измерений Kph составил 1,5434 ± 0,07691 отн. ед.; на пораженных участках листа максимальное снижение (54 %) коэффициента Kph наблюдалось при степени поражения 100 %, на не пораженных участках листа коэффициент фотосинтетической снижался незначительно (рисунок 7).

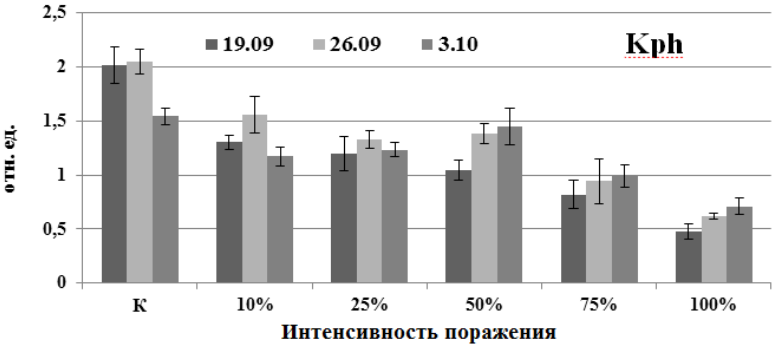
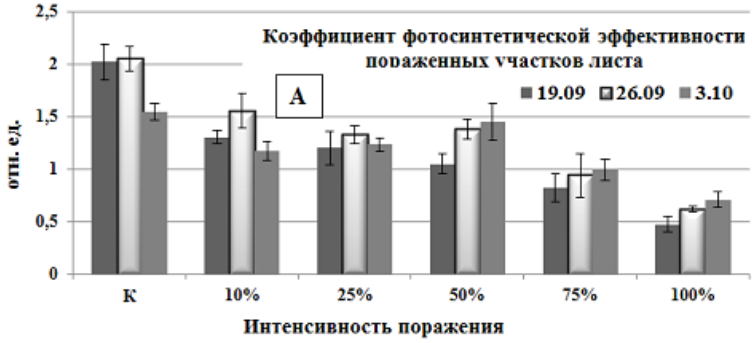


Рисунок 6 – Динамика коэффициента эффективности фотосинтеза (KphA) по O_2 листьев сахарной свеклы при различной поражении церкоспорозом



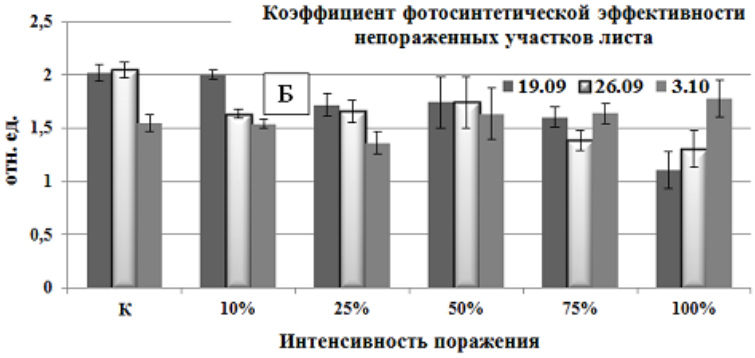


Рисунок 7 – Динамика коэффициента фотосинтетической эффективности пораженных (А) и непораженных (Б) участков листьев сахарной свеклы при поражении церкоспорозом

К концу вегетации интенсивность фотосинтеза контрольных (здоровых) растений снижалась на 40 %, скорость дыхания на 22 %, коэффициент фотосинтетической эффективности – на 24 %, что может быть связано с завершением синтеза и накопления сахаров в корнеплодах. В то же время, в конце вегетации наблюдалось повышение интенсивности фотосинтеза и дыхания больных растений на не пораженных участках листьев, а при 50 %-ном развития болезни – и на пораженных участках относительно контроля. Максимальная стимуляция фотосинтетических процессов происходила в конце вегетации в зеленых участках листьев растений с развитием болезни 100 %. Вероятно, у пораженных растений происходит компенсация потери ассимилирующей площади за счет усиления эффективности фотосинтеза здоровыми тканями листа.

Обнаружена также значительная модуляция антиоксидантной системы листьев сахарной свеклы при их поражении церкоспорозом, проявившаяся в изменении уровней содержания низкомолекулярных антиоксидантов – фенольных соединений – и антирадикальной активности в ткани листа. Так, содержание фенольных соединений в листьях контрольного варианта в среднем составляло 10-11 мг/г сух вещества и оставалось неизменным на протяжении трех измерений (в течении трех недель). В первой серии измерений (пробы от 19.09.) при слабом и среднем поражении (10, 25 и 50 %) содержание фенольных соединений незначительно отличалось от контрольных (непораженных) растений, в то время как при высокой степени поражения (75 и 100 %) снижалось (таблица 3).

По нашему мнению, различия могут быть обусловлены как снижением биосинтетической активности растений под влиянием инфекции, так и увеличением доли некротической ткани листа.

Таблица 3 – Содержание фенольных соединений в листьях сахарной свеклы с различной степенью поражения церкоспорозом

Содержание фенольных соединений, мг/г сухой массы		**19.09.2016**	**26.09.2016**	**03.10.2016**
Контроль (не пораженные листья)		11,529±0,3363	10,705±0,2345	11,780±0,2442
Степень поражения, %	10	10,166±0,0486	15,571±0,0988	14,634±0,5741
	25	11,797±0,3303	16,633±0,839	9,385±0,2026
	50	11,127±0,3303	16,542±0,1860	5,123±0,4296
	75	9,7515±0,0682	12,998±0,2526	5,454±0,2578
	100	5,189±0,0887	9,359±0,1074	4,644±0,2722

Во второй серии измерений (пробы от 26.09.) для всех вариантов, кроме 100 %-ного поражения, было отмечено значительное увеличение содержания фенольных соединений. При этом, как и в предыдущем случае, варианты с 10-50 %-ным поражением между собой не отличались, при 75 %-ном содержание веществ фенольной природы снижалось на 22 %, а при 100 %-ном – на 46 % по отношению к вариантам с 10-50 %-ным поражением.

В третьей серии измерений (пробы от 3.10.) количество фенольных соединений в листьях пораженных растений снижалось (за исключение варианта со степенью 10 %). Вероятнее всего, обнаруженная тенденция отражает снижение способности поддерживать уровень фенольных соединений при заражении в течение длительного времени.

Антирадикальная активность в листьях контрольного варианта возрастала на протяжении трех измерений (в течение трех недель) и составляла 10-19 %. Изменения антирадикальной активности, в основном, соответствовали уровню содержания фенольных соединений (таблица 4). Обнаруженные изменения свидетельствуют о значительном изменении редокс-статуса клеток листа растений сахарной свеклы при различной степени поражения возбудителем церкоспороза.

Таблица 4 – Антирадикальная активность листьев сахарной свеклы с различной степенью поражения церкоспорозом

Антирадикальная активность Р, %		**19.09.2016**	**26.09.2016**	**03.10.2016**
Контроль (не пораженные листья)		11,073±1,8863	13,153±0,9912	19,980±1,3379
Степень поражения, %	10	13,578±0,8396	32,359±0,8569	23,604±0,9420
	25	16,016±0,5062	22,263±0,2563	10,616±1,4705
	50	16,341±0,3554	29,062±0,8389	7,982±1,5101
	75	17,455±0,6776	22,594±1,1397	8,290±0,7427
	100	12,260±0,5285	11,601±0,8615	6,103±0,8744

Выводы. К одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней сахарной свеклы относится церкоспороз (возб. *Cercospora beticola* Sacc.). При сильном поражении значительно снижаются урожайность и сахаристость корнеплодов, нарушаются физиологические процессы. С увеличением интенсивности поражения сахарной свеклы церкоспорозом снижается содержание хлорофилла a, хлорофилла b, суммы хлорофиллов и суммы каротиноидов. Поражение сахарной свеклы церкоспорозом приводит также к изменению соотношения в фотосинтетическом аппарате (ФСА) листа длинноволновых и

коротковолновых форм пигментов и, таким образом, ухудшает способность ФСА осуществлять первичные процессы фотосинтеза.

Поражение растений сахарной свеклы церкоспорозом существенно влияло на интенсивность фотосинтеза. Отмечено закономерное снижение скоростей фотосинтеза по мере увеличения степени поражения листьев. При этом в значительной степени снижение выделения O_2 отмечено на пораженных некротическими пятнами участках листа, и в меньшей степени – на непораженных. К концу вегетации у контрольных растений отмечено закономерное снижение скоростей фотосинтеза, дыхания и коэффициента фотосинтетической эффективности, что связано с завершением синтеза и накопления сахаров в корнеплодах.

Установлена значительная модуляция антиоксидантной системы листьев сахарной свеклы при их поражении церкоспорозом, проявившаяся в изменении уровней содержания низкомолекулярных антиоксидантов – фенольных соединений – и антирадикальной активности в ткани листа.

Список литературы

1. Новые возможности в оценке состояния растений / Н.Г. Акиньшина [и др.] // Сибирский экологич. Журнал. – 2008. – № 2. – С. 249–254

2. Гаджиева, Г.И. Эффективность новых фунгицидов в посевах сахарной свеклы / Г.И. Гаджиева, Н.С. Гутковская, И.В. Богомолова // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП "Институт защиты растений". – Минск, 2006. – Вып. 30, Ч. 2. – С. 69–77.

3. Гутковская, Н.С. Эффективность фунгицида Харизма, КЭ в посевах сахарной свеклы / Н.С. Гутковская, Г.И. Гаджиева // Агриматко. – 2006. – №1/11. – С. 22–23.

4. Дорожкин, Н.А. Вредители и болезни сахарной свеклы / Н.А. Дорожкин, В.К. Горовец, Т.П. Терехова. – Минск, 1957. – 52 с.

5. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода / В.С. Лысенко [и др.] / Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2014. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ? . – Дата доступа: ?

6. Метод определения функционального состояния растений по спектрам флуоресценции хлорофилла (техника биомониторинга) / К.Б. Асланиди [и др.]. – Пущино: НЦБИ АН СССР, 1988. – С. 43.

7. Пятнистость листьев или церкоспороз / Свекловодство; Киев: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы Украинской ССР, 1959. – Издание 2-ое, перераб. и допол. – Т. 3. Часть 2.– С. 413–432.

8. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. – М.: Высшая школа, 1978. – 312 с.

9. Фотосинтетический аппарат [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.ngpedia.ru/id81808p1.html. – Дата доступа: 26.04.2019.

10. Brand-Williams, W. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset // Food Science and Technology. – 1995. – Vol. 28. – P. 25–30.

11. T. Delieu. Polarographic measurement of photosynthetic oxygen evolution by leaf discs / D.A. Delieu, D.A. Walker // The new phytologist. – 1981. – Vol. 89. – P. 165–178.

12. Lichtenthaler, H.K. Chlorophyll and Carotinoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes / H.K. Lichtenthaler // Methods. Enzimol. – 1987. – V. 148. – P.331–382.

13. Folin, O. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins / O. Folin, V. Ciocalteu // J. Biol. Chem. – 1927. – Vol. 73, № 2. – P. 627–650.

H.I. Hajyieva[1], J.V. Podkovenko[1], O.V. Molchan[2]
[1] RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district
[2] Institute of experimental botany of NAS of Belarus, Minsk

INFLUENCE OF CERCOSPOROSIS ON PHYSIOLOGICAL AND -BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SUGAR BEET PLANTS

Annotation. One of the most common and noxious sugar beet diseases is cercosporosis (agent *Cercospora beticola* Sacc.). With a severe damage, root crops yield and sugar content are significantly reduced, physiological processes are disturbed. It is found that with the intensity of severity increase, the chlorophyll a, chlorophyll b content, the sum of chlorophylls and the sum of carotenoids is decreased. A decrease in the intensity of photosynthesis is also noted as the intensity of leaf damage by the disease increase. A significant modulation of the antioxidant system has been revealed, having been manifested itself in a change of low molecular weight antioxidants levels - phenolic compounds - and antiradical activity in leaf tissue.

Key words: sugar beet, cercosporosis, physiological and biochemical parameters of leaves.

УДК 633.14 «324»:632.4

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ ОЗИМОЙ РЖИ ОТ РИНХОСПОРИОЗА

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

Аннотация. В публикации приведены результаты двухлетних исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов Бриск, КЭ (0,3 и 0,35 л/га), Солигор КЭ (0,6 и 0,8 л/га), Тилт Турбо, КЭ (0,8 и 1,0 л/га) и Замир Топ, КЭ (0,8 и 1,0 л/га) в защите листового аппарата озимой ржи от болезней. Показано, что применение указанных фунгицидов значительно снижает развитие ринхоспориоза с биологической эффективностью от 58,8 до 91,3 % и способствует сохранению урожая зерна до 7,5 ц/га.

Ключевые слова: фунгициды, озимая рожь, ринхоспориоз, урожайность, эффективность.

Введение. Озимая рожь – одна из важнейших продовольственных культур, которая в структуре зерновых в Республике Беларусь занимает около 15 % [7]. Это связано с невысокой требовательностью ее к почвенному плодородию и небольшой зависимостью продуктивности от метеорологических условий. Зерно ржи используется главным образом на продовольствие, для получения этилового спирта и на фуражные цели в виде компонента комбикормов [1, 8].

В настоящее время для получения высоких и стабильных урожаев озимой ржи важная роль принадлежит защите культуры от болезней, которые вызывают снижение урожая и ухудшение его качества.

Анализ данных по распространенности и развитию болезней в посевах озимой ржи показывает, что в период вегетации растения подвержены поражению возбудителями ринхоспориоза, мучнистой росы и бурой ржавчины, поэтому применение фунгицидов – необходимый прием для сохранения формируемой урожайности. В связи с этим целью нашей работы являлось изучение эффективности фунгицидов в защите озимой ржи от комплекса болезней.

Методы проведения исследований. Исследования выполнены в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Полевые опыты проводились в 2017-2018 гг. на опытном поле института. В опытах использовали следующие фунгициды: Солигор, КЭ (спироксамин, 224 г/л + протиоконазол, 53 г/л + тебуконазол, 148 г/л), Бриск, КЭ (дифеноконазол, 250 г/л + пропиконазол, 250 г/л), Тилт Турбо,

КЭ (фенпропидин, 450 г/л + пропиконазол, 125 г/л), Замир Топ, КЭ (фенпропидин, 150 г/л + прохлораз, 200 г/л + тебуконазол, 100 г/л).

Почвы опытного участка дерново-подзолистые, pH – 5,5 с содержанием гумуса 2,0 %; P_2O_5 – 293 мг/кг, K_2O – 375 мг/кг, бора – 0,51 мг/кг. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимой ржи в Центральной агроклиматической зоне Беларуси. В опытах в 2017 г. использован сорт Зазерская 3, в 2018 г. – сорт Белая Вежа. Опыты закладывали в 4-х кратной повторности, размер опытных делянок составлял 10 м^2. Обработку вегетирующих растений проводили мелкоделяночным опрыскивателем высокого давления «Schachtner». Учеты распространенности и развития болезней осуществляли каждые 7-10 дней после обработки, используя общепринятые методики [2, 4]. Фенологические стадии развития растений отмечались по шкале ВВСН [6]. При оценке хозяйственной эффективности учитывали массу 1000 зерен и фактическую урожайность. Полученные данные подвергались математическому анализу путем статистической обработки при помощи дисперсионного метода [3, 5].

Результаты исследований и их обсуждение. Как известно, эффективность фунгицидов в значительной степени зависит от степени развития болезни в период применения средств защиты растений, выбора препарата и особенностей развития контролируемого возбудителя болезни или их комплекса.

В мае 2017 г. среднесуточная температура воздуха была на +3 °С выше многолетних значений, отмечался значительный дефицит осадков. Погодные условия не способствовали интенсивному поражению озимой ржи болезнями. На протяжении вегетационного периода в посевах озимой ржи развитие ринхоспориоза не превышало 10 %. Отмечались единичные симптомы поражения мучнистой росой и бурой ржавчиной. Обработка фунгицидами была проведена при развитии ринхоспориоза 0,3 % в ст. 59 (завершение стадии колошения). В последующий период онтогенеза растений наблюдалось нарастание развития болезни, чему способствовало выпадение обильных осадков в течение июня (92,2 мм) и достаточно теплая погода вплоть до стадии поздней молочной спелости (ст. 77).

Изучение действия фунгицида Бриск, КЭ (0,3 и 0,35 л/га) на развитие ринхоспориоза в посевах озимой ржи позволило установить, что данный препарат способствовал ограничению развития болезни и обеспечил достаточно высокую биологическую эффективность – 58,8-75,0 %. Фунгициды Солигор, КЭ, Тилт Турбо, КЭ и Замир Топ, КЭ в исследуемых нормах расхода показали также высокую биологическую эффективность в подавлении развития ринхоспориоза 72,5-82,4 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите озимой ржи от ринхоспориоза (РУП «Институт защиты растений», сорт Зазерская 3, 2017 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Ринхоспориоз						
		ст. 65	ст. 71		ст. 75		ст. 77	
		R, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	–	0,5	3,4	–	5,1	–	10,0	–
Фалькон, КЭ (эталон)	0,5	0,4	0,8	76,4	1,1	78,4	2,2	78,0
Бриск, КЭ	0,3	0,3	1,1	67,6	2,1	58,8	2,7	73,0
Бриск, КЭ	0,35	0,3	0,9	73,5	2,0	60,8	2,5	75,0
Солигор, КЭ	0,6	0,3	0,8	76,4	1,4	72,5	2,2	78,0
Солигор, КЭ	0,8	0,3	0,7	79,4	1,2	76,5	2,0	80,0
Тилт Турбо, КЭ	0,8	0,4	0,7	79,4	1,2	76,4	2,0	80,0
Тилт Турбо, КЭ	1,0	0,3	0,7	79,4	1,0	80,4	1,8	82,0
Замир Топ, КЭ	0,8	0,3	0,8	76,4	1,3	74,5	1,8	82,0
Замир Топ, КЭ	1,0	0,3	0,6	82,4	1,0	80,4	2,0	80,0

Примечания: обработка фунгицидами была проведена при развитии ринхоспориоза 0,3 % в ст. 59 (06.06); R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

В вегетационном сезоне 2018 г. погодные условия на протяжении апреля характеризовались незначительным повышением температурного режима относительно среднемноголетних значений, а осадков выпало на 3,5 мм больше нормы. Сложившиеся гидротермические условия способствовали началу поражения растений ринхоспориозом. Развитие болезни, при котором были проведены обработки, составило 1,4 %. К стадии начало колошения (ст. 51) степень поражения озимой ржи ринхоспориозом в контрольном варианте достигла 3,2 %.

При этом биологическая эффективность всех изучаемых фунгицидов была на уровне эталона Фалькон, КЭ (0,5 л/га). Начиная с I декады июня установилась теплая и влажная погода, что способствовало нарастанию степени поражения болезнью. Среднемесячная температура воздуха составила 17,3 °С, что на 1 °С выше среднемноголетних показателей, к стадии 73-75 (ранняя молочная спелость – середина стадии молочной спелости) развитие ринхоспориоза в контрольном варианте достигло 11,5 %. Биологическая эффективность препаратов Бриск, КЭ, Солигор КЭ, Тилт Турбо, КЭ и Замир Топ, КЭ во всех представленных

нормах расхода варьировала от 73,9 до 91,3 %, что соответствовало показателю эталона (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите озимой ржи от ринхоспориоза (РУП «Институт защиты растений», сорт Белая Вежа, 2018 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Ринхоспориоз							
		ст. 51		ст. 61		ст. 69		ст. 73-75	
		R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	–	3,2	–	4,0	–	9,8	–	11,5	–
Фалькон, КЭ (эталон)	0,5	1,0	69,0	0,1	97,0	0,1	96,0	1,2	89,6
Бриск, КЭ	0,3	1,2	62,5	0,4	88,2	0,1	96,0	2,2	80,9
Бриск, КЭ	0,35	1,2	62,5	0,7	79,4	0,1	96,0	1,0	91,3
Солигор, КЭ	0,6	1,1	65,6	0,4	88,2	0,1	96,0	1,5	87,0
Солигор, КЭ	0,8	1,7	47,0	0,2	94,1	0,2	92,3	1,1	90,4
Тилт Турбо, КЭ	0,8	1,0	69,0	0,1	97,0	0,2	92,3	3,0	73,9
Тилт Турбо, КЭ	1,0	1,1	65,6	0,1	97,0	0,1	96,0	3,0	73,9
Замир Топ, КЭ	0,8	1,1	65,6	0,1	97,0	0,1	96,0	1,1	90,4
Замир Топ, КЭ	1,0	1,0	69,0	0,2	94,1	0,1	96,0	1,0	91,3

Примечания: обработка фунгицидами была проведена при развитии ринхоспориоза 1,4 % в ст. 49 (18.05); R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

Таким образом, результаты исследований показали, что обработка озимой ржи фунгицидами Бриск, КЭ (0,3 и 0,35 л/га); Солигор КЭ (0,6 и 0,8 л/га); Тилт Турбо, КЭ (0,8 и 1,0 л/га) и Замир Топ, КЭ (0,8 и 1,0 л/га) оказалась эффективным приемом в ограничении развития ринхоспориоза.

При оценке хозяйственной эффективности изучаемых препаратов отмечалось увеличение массы 1000 зерен и сохранение урожая зерна в пределах 2,5-4,3 ц/га в условиях 2017 г. и 6,5-7,5 ц/га в вегетационном сезоне 2018 г. (таблица 3).

Выводы. Фунгициды Бриск, КЭ; Солигор КЭ; Тилт Турбо, КЭ и Замир Топ, КЭ, примененные в посевах озимой ржи, способствовали снижению развития ринхоспориоза на листовом аппарате с биологической эффективностью в пределах 58,8-91,3 % и сохранению урожая 2,5-7,5 ц/га в зависимости от года исследований.

Таблица 3 – Влияние фунгицидов на урожайность озимой ржи (РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л/га	Масса 1000 зерен, г	Урожайность,	
			ц/га	±к варианту без обработки, ц/га
2017 г., Зазерская 3				
Без обработки	–	52,3	35,5	–
Фалькон, КЭ (эталон)	0,5	56,4	39,1	3,6
Бриск, КЭ	0,3	55,0	38,0	2,5
Бриск, КЭ	0,35	55,3	38,6	3,1
Солигор, КЭ	0,6	56,0	38,8	3,3
Солигор, КЭ	0,8	56,9	39,2	3,7
Тилт Турбо, КЭ	0,8	56,8	39,4	3,9
Тилт Турбо, КЭ	1,0	57,2	39,8	4,3
Замир Топ, КЭ	0,8	56,6	38,8	3,3
Замир Топ, КЭ	1,0	57,0	39,7	4,2
$НСР_{05}$		1,9	2,1	
2018 г., Белая Вежа				
Без обработки	–	49,1	47,4	–
Фалькон, КЭ (эталон)	0,5	50,6	53,9	6,5
Бриск, КЭ	0,3	50,0	54,2	6,8
Бриск, КЭ	0,35	50,2	54,1	6,7
Солигор, КЭ	0,6	50,8	54,8	7,4
Солигор, КЭ	0,8	51,0	54,6	7,2
Тилт Турбо, КЭ	0,8	50,9	54,9	7,5
Тилт Турбо, КЭ	1,0	51,2	54,4	7,0
Замир Топ, КЭ	0,8	51,1	54,9	7,5
Замир Топ, КЭ	1,0	51,0	54,6	7,2
$НСР_{05}$		2,0	2,3	

Список литературы

1. Андрусевич, М.П. Технология возделывания озимой ржи в республике Беларусь: рекомендации / М.П. Андрусевич. – Гродно, 2004. – 30 с.

2. Болезни зерновых культур / С.Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – Несвиж, 2007. – С. 61–99.

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. тип. им. С. Будного, 2004. – 512 с.

5. Минкевич, И.И. Математические методы в фитопатологии / И.И. Минкевич, Т.И. Захарова. – Л.: Колос, 1977. – 47 с.

6. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под. ред. Ю.М. Стройкова. – Лимбургерхоф, 2004. – 183 с.

7. Результаты испытания сортов растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2015-2017 годы / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2018. – 162 с.

8. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.

A,A, Zhukovskaya

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

FUNGICIDES EFFICIENCY FOR WINTER RYE PROTECTION AGAINST RHYNCHOSPORIOSIS

Annotation. The results of biennial researches on studying the biological and economic efficiency of fungicides: Brisk, EC (0,3 and 0,35 l/ha), Soligor EC (0,6 and 0,8 l/ha), Tilt Turbo, EC (0,8 and 1,0 l/ha) and Zamir Top, EC (0,8 and 1,0 l/ha) for winter rye leaf apparatus protection against the diseases are presented. It is shown that the application of the indicated fungicides significantly decreases rhynchosporiosis development with the biological efficiency from 58,8 to 91,3 % and promotes keeping grain yield up to 7,5 cwt/ha.

Key words: fungicides, winter rye, rhynchosporiosis, yield, efficiency.

УДК 633.353:632.952

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

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КОРМОВЫХ БОБОВ

Рецензент: доктор с.-х. наук Буга С.Ф.

Аннотация. Представлены результаты мониторинга фитопатологической ситуации в посевах кормовых бобов. Установлено повсеместное поражение культуры фузариозом, альтернариозом, черноватой и шоколадной пятнистостями, ржавчиной. Применение фунгицидов Хорус, ВДГ и Элатус Риа, КС способствовало снижению развития данных болезней в посевах культуры, что позволило сохранить 9,0–12,4 ц/га семян.

Ключевые слова: кормовые бобы, фунгициды, биологическая эффективность, фузариоз, альтернариоз, черноватая пятнистость, ржавчина, шоколадная пятнистость.

Введение. В решении проблемы производства растительного кормового белка и биологизации земледелия, важная роль отводится зернобобовым культурам. В Республике Беларусь их набор ограничен викой яровой, горохом и люпином, которые в структуре посевных площадей зерновых (без кукурузы) и зернобобовых культур занимают около 8,0 % [12]. Тем не менее, почвенно-климатические условия нашей страны позволяют расширить набор зернобобовых культур и в полной мере использовать биологический потенциал их высокой продуктивности. Одной из таких культур, заслуживающих внимания и внедрения в производство, являются кормовые бобы [2].

В кормопроизводстве данная культура имеет большое распространение с разнообразным использованием. Ценность ее определяется способностью давать высокую урожайность зерна и зеленой массы, охотно поедаемой всеми видами сельскохозяйственных животных. По общему сбору с 1 га переваримого протеина среди зерновых и зернобобовых кормовые бобы занимают ведущее место. В 1 кг зерна содержится от 22,6 до 35,0 % белка, 1,29 кормовых единиц, а также ценные аминокислоты, водорастворимые углеводы, большое количество минеральных веществ и витаминов [9, 13].

В Республике Беларусь широкомасштабное освоение кормовых бобов началось в 60-х годах XX века [5]. Однако в силу определенных

причин, средняя урожайность как семян, так и зеленой массы кормовых бобов не отличалась стабильностью, в результате чего культура не нашла широкого применения в производстве. В настоящее время отмечено расширение посевных площадей под кормовые бобы, что обусловлено внедрением новых, высокоурожайных и адаптивных к условиям произрастания сортов. Однако, для сохранения их продуктивного потенциала, необходимо своевременное и качественное проведение защитных мероприятий от комплекса вредных организмов, в частности от болезней [8].

Согласно данным литературных источников, потенциальную опасность из фитопатогенов кормовых бобов могут представлять: альтернариоз (*Alternaria* spp.), фузариоз (*Fusarium* spp.), шоколадная пятнистость (*Botrytis fabae* Sardina), церкоспороз (*Cercospora fabae* Fautr.), аскохитоз (*Ascochyta fabae* Speg.), черноватая пятнистость (*Stemphylium* spp.), ржавчина (*Uromyces fabae* de Bary ex Cooke) и др. [4]. Отмечено, что вредоносность шоколадной пятнистости и фузариоза при эпифитотийном развитии в посевах культуры проявляется в значительных потерях урожая – до 65–70 % [1,3,7].

В связи с изменившимися почвенно-климатическими условиями в нашей стране и активным внедрением кормовых бобов в производство, возникла необходимость в изучении фитопатологической ситуации посевов. Вместе с тем, в «Государственным реестром средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» отсутствуют препараты разрешенные к применению в посевах культуры от болезней. Поэтому, целью наших исследований являлось оценка фитопатологической ситуации в динамике, а также расширение сферы применения фунгицидов Хорус, ВДГ (ципродинил 750 г/кг) и Элатус Риа, КЭ (ципроконазол, 66,67 г/л + пропиконазол, 208,33 г/л + бензовиндифлупир, 83,33 г/л) на кормовых бобах.

Материалы и методы исследований. Исследования по оценке эффективности фунгицидов проводились в 2018 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах сорта Стрелецкие. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Учет распространения и развития болезней осуществлялся по общепринятым методикам [10]. Стадии развития растений культуры приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [11].

Обработка посевов фунгицидами была проведена в фазе начало цветения культуры (код ВВСН 61) при проявлении первых признаков поражения болезней: альтернариоза 1,2 %, фузариоза – 0,2 %, черноватой пятнистости – 0,6 %, шоколадной пятнистости – 0,4 %, ржавчины – 0 %.

Распространенность болезней (Р), выраженную в процентах, вычисляли по формуле (1):

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

где n – количество пораженных растений в пробе, шт., N – общее количество учтенных растений в пробе, шт.

Развитие болезни (R, %) рассчитывали по формуле (2):

$$R = \frac{\sum (n \times b)}{N \times K}, \quad (2)$$

где Σ (n x b) – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых); К – наивысший балл поражения шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Биологическую эффективность (БЭ, %) защитных мероприятий рассчитывали по формуле (3):

$$БЭ = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100, \quad (3),$$

где P_1 – развитие болезни в варианте без обработки; P_2 – развитие болезни в испытуемом варианте.

Оценка фитосанитарного состояния посевов культуры проводилась в 2017–2018 гг. в хозяйствах республики в четырех агроклиматических зонах. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [6]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Проведенные нами маршрутные обследования посевов позволили выявить, что в условиях 2017 г. первые признаки поражения листьев кормовых бобов грибами рода *Alternaria* отмечались в фазе стеблевания (код ВВСН 31) на депрессивном уровне – 2,0–5,0 %. В северной агроклиматической зоне более интенсивное развитие альтернариоза в посевах культуры было выявлено в фазе начало созревания (код ВВСН 80) – 38,0 %. Умеренное развитие фузариоза и ржавчины на растениях культуры отмечалось к концу вегетации (код ВВСН 85) во всех агроклиматических зонах – 31,0–35,7 и 38,3–46,5 % соответственно. Развитие черноватой пятнистости по агроклиматическим зонам составляло 1,3–8,0 %, а шоколадной – 10,0–15,0 %.

В вегетационных условиях 2018 г., развитие альтернариоза независимо от района возделывания сохранялась на депрессивном уровне до конца вегетации культуры (код ВВСН 85) от 7,0 до 13,3 %. Фузариозная

корневая гниль отмечалась в северной и центральной агроклиматических зонах в период формирования листьев (код ВВСН 12). В других агроклиматических зонах отмечалось фузариозное увядание которое к концу вегетации (код ВВСН 85) сохранилось на депрессивном уровне – до 15,0 %. В северной агроклиматической зоне черноватая пятнистость на листьях кормовых бобов была выявлена в фазе развития листьев (код ВВСН 12), а в центральной в стеблевания (код ВВСН 31). В целом, к уборке (код ВВСН 85) развитие болезни было на умеренно-депрессивном уровне – от 12,2 до 29,5 %.

При проведении исследований на опытном поле РУП «Институт защиты растений» выявлено, что в посевах кормовых бобов развитие альтернариоза на листьях культуры на протяжении всей вегетации находилось на депрессивном уровне (1,2–6,0 %). Отмечено, что при достижении около 50 % бобов видо- или сортотипичного размера (код ВВСН 75) биологическая эффективность препарата Хорус, ВДГ (0,2 и 0,3 кг/га) составила 60,0 и 63,3 % соответственно. При применении фунгицида Элатус Риа, КЭ в норме расхода 0,4 л/га снижение степени поражения болезнью составило 66,7 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние фунгицидов на динамику развития альтернариоза листьев кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Альтернариоз							
	ст. 61		ст. 65		ст. 69		ст. 75	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	1,2	–	3,6	–	5,0	–	6,0	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	1,2	–	1,4	61,1	1,8	64,0	2,4	60,0
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	1,2	–	1,2	66,7	1,4	72,0	2,2	63,3
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	1,2	–	1,4	61,1	1,6	68,0	2,0	66,7

Примечание: ст. – стадия: 61 – начало цветения; 65 – полное цветение; 69 – конец цветения; 75 – около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера.

В сложившихся погодных условиях 2018 г. первые признаки поражения посевов культуры фузариозом отмечались в фазе начало цветения (код ВВСН 61). К фазе середина плодообразования кормовых бобов (код ВВСН 75) развитие фузариоза в варианте без обработки составило 5,8 % (таблица 2). В вариантах опыта Хорус, ВДГ (0,2 и 0,3 кг/га) развитие фузариоза на растении составило от 1,0 до 1,4 %, что обусловило биологическую эффективность на уровне 61,1 и 72,2 % соответственно. Несущественное различие между опытными вариантами отмечены в фазе около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера (код ВВСН 75), где биологическая эффективность составила 62,1–65,5 %. В варианте Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) биологическая эффективность

препарата в снижении развития фузариоза в фазе конец цветения (код ВВСН 69) составила 77,8 %, а в фазе около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера (код ВВСН 75) – 72,4 %.

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на динамику развития фузариоза кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Фузариоз							
	ст. 61		ст. 65		ст. 69		ст. 75	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	0,2	–	1,4	–	3,6	–	5,8	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	0,2	–	0,8	42,9	1,4	61,1	2,2	62,1
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	0,2	–	0,6	57,1	1,0	72,2	2,0	65,5
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	0,2	–	0,4	71,4	0,8	77,8	1,6	72,4

Примечание: ст. – стадия: 61 – начало цветения; 65 – полное цветение; 69 – конец цветения; 75 – около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера.

В посевах кормовых бобов отмечалось поражение растений черноватой пятнистостью. Развитие болезни на протяжении всего периода вегетации было на депрессивном уровне (0,6–5,2 %). Обработка растений культуры фунгицидами Хорус, ВДГ (0,2–0,3 кг/га) и Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) позволила снизить степень поражения черноватой пятнистостью фазе середина плодообразования (код ВВСН 75) до 1,8 и 1,4 %, при этом биологическая эффективность составила 65,4 и 73,1 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние фунгицидов на динамику развития черноватой пятнистости кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Черноватая пятнистость							
	ст. 61		ст. 65		ст. 69		ст. 75	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	0,6	–	2,2	–	3,4	–	5,2	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	0,6	–	0,6	72,7	0,8	76,5	1,8	65,4
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	0,6	–	0,6	72,7	1,0	70,6	1,8	65,4
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	0,6	–	1,0	54,5	1,2	64,7	1,4	73,1

Примечание: ст. – стадия: 61 – начало цветения; 65 – полное цветение; 69 – конец цветения; 75 – около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера.

Доминирующей болезнью листьев из комплекса пятнистостей в 2018 г. являлась шоколадная пятнистость (*Botrytis fabae* S.). Первые признаки развития болезни наблюдались в фазе начало цветения (код ВВСН 61). Отмечено, что в варианте без применения фунгицидов развитие шоколадной пятнистости составляла 2,8–15,6 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние фунгицидов на динамику развития шоколадной пятнистости кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Шоколадная пятнистость							
	ст. 61		ст. 65		ст. 69		ст. 75	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	0,4	–	2,8	–	6,0	–	15,6	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	0,4	–	1,0	64,3	2,0	63,3	5,8	62,8
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	0,4	–	0,8	71,4	1,2	80,0	3,8	75,6
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	0,4	–	0,4	85,7	1,2	80,0	4,8	69,2

Примечание: ст. – стадия: 61 – начало цветения; 65 – полное цветение; 69 – конец цветения; 75 – около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера.

На фоне максимального развития болезни в фазе около 50 % бобов до-стигли видо- или сортотипичного размера (код ВВСН 75) биологическая эф-фективность препаратов находилась в пределах 62,8–75,6 %. Последующие учеты в фазе созревания плодов свидетельствовали о снижении ингибирующего эффекта изучаемых фунгицидов.

Сложившиеся погодные условиях способствовали позднему проявлению ржавчины на растениях (код ВВСН 75), тем не менее, это позволило оценить действие препаратов (таблица 5). Выявлено, что испытуемый фунгицид Хорус, ВДГ в нормах расхода 0,2 и 0,3 кг/га проявил биологическую эффективность на уровне 64,3 и 71,4 % соответственно, Элатус Риа, КЭ – 57,1 %.

Таблица 5 – Влияние фунгицидов на динамику развития ржавчины кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Ржавчина							
	ст. 61		ст. 65		ст. 69		ст. 75	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Без обработки	0	–	0	–	0	–	8,4	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	0	–	0	–	0	–	3,0	64,3
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	0	–	0	–	0	–	2,4	71,4
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	0	–	0	–	0	–	3,6	57,1

Примечание: ст. – стадия: 61 – начало цветения; 65 – полное цветение; 69 – конец цветения; 75 – около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера.

В результате проведенной оценки хозяйственной эффективности выявлено, что статистически достоверный сохраненный урожай в вариантах опыта Хорус, ВДГ (0,2–0,3 кг/га) составил 10,6–12,4 ц/га, Элатус Риа, КЭ – 9,0 ц/га (таблица 6).

В целом применение фунгицидов в посевах кормовых бобов от комплекса фитопатогенов, позволило получить условный чистый доход 242,8–325,3 руб./га при окупаемости дополнительных затрат – 3,4–5,2 руб./руб.

Таблица 6 – Хозяйственная и экономическая эффективность фунгицидов в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Стрелецкие, 2018 г.)

Вариант	Урожайность. ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Условный чистый доход, руб/га	Окупаемость дополнительных затрат руб./руб.
Без обработки	35,5	–	–	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	46,1	10,6	325,3	5,2
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	47,9	12,4	361,4	4,3
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	44,5	9,0	242,8	3,4
$НСР_{05}$		4,3		

Выводы. В 2017–2018 гг. на основании результатов мониторинга фитопатологической ситуации в посевах кормовых бобов, в четырех агроклиматических зонах республики, установлено повсеместное поражение растений фузариозом, альтернариозом, черноватой и шоколадной пятнистостями. В условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» первые признаки развития данных болезней были отмечены в фазе начало цветения (код ВВСН 61) культуры. Проявление ржавчины на растениях кормовых бобов было выявлено в фазе около 50 % бобов достигли видо- или сортотипичного размера (код ВВСН 75).

Установлено, что биологическая эффективность фунгицидов Хорус, ВДГ (0,2 и 0,3 кг/га) и Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) в защите кормовых бобов от альтернариоза достигала 64,0–72,0 %, фузариоза – 62,1–77,8 %, черноватой пятнистости – 70,6–76,5 %, шоколадной пятнистости – 64,3–80,0% и ржавчины – 57,1–71,4 %. Однократное применение фунгицидов в посевах культуры позволило достоверно сохранить 9,0–12,4 ц/га семян, получить условно чистый доход – 242,8–361,4 руб./га при окупаемости дополнительных затрат – 3,4–5,2 руб./руб.

По результатам проведенной биологической и хозяйственной эффективности, фунгициды Хорус, ВДГ (0,2 и 0,3 л/га) и Элатус Риа КЭ (0,4 л/га) были в включены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Список литературы

1. Виницкая, О.П. Фузариозы кормовых бобов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 540 / О.П. Виницкая. – Москва, 1966. – 16 с.

2. Возделывание кормовых бобов / В.Ч. Шор [и др.] // Современные ресурсосбере-

гающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 246–261.

3. Глимязный, В.А. Шоколадная пятнистость кормовых бобов и пути ограничения ее развития в условиях Лесостепи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.00.11 / В.А. Глимязный; «Национальный аграрный университет» – Киев, 1997. – 21 с.

4. Давыдова, Н.В. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов кормовых бобов в лесостепи западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Н.В. Давыдова. – Новосибирск, 2012. – 17 с.

5. Дозорцев, Л.А. Биологическая и хозяйственная оценка сортов и разработка некоторых вопросов семеноводческой агротехники их в условиях северо-востока БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Л.А. Дозорцев; «Белорус. с.-х. акад». – Горки, 1967. – 23 с.

6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б.А. Доспехов.– М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Егорова, А.В. Фузариозы зернобобовых культур в БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.540 / А.В. Егорова. – Жодино, 1971. – 23 с.

8. Запрудский, А.А. Защита кормовых бобов от болезней / А.А. Запрудский, А.М. Ходенкова, Е.С. Белова // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2018. – №5. – С.24, 26–27.

9. Зенькова, Н.Н. Кормовые бобы: возрождение реально / Н.Н. Зенькова, В.Г. Микуленок // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2017. – №7. – С. 32–35.

10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С.Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 448 с.

11. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р.В. Супранович, С.В. Сорока, Л.И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.

12. Уборка урожая, сев озимых культур и заготовка кормов в Республике Беларусь на 1 октября 2018 года / Национальный статистический комитет Республики Беларусь – Минск, 2018. – 40 с.

13. 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, A.M. Yakovenko, E.S. Belova, D.F. Privalov
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

DYNAMICS OF DISEASES DEVELOPMENT AND BIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF FUNGICIDES EFFECTIVE APPLICATION IN THE PLANTINGS OF FIELD BEANS

Annotation. The results of phytopathological situation monitoring in fodder beans crops are presented. It is determined that plants are affected everywhere by fusarium wilt, alternaria blight, blackish and chocolate spots and rust. The use of fungicides Chorus, WDG and Elatus Ria, SC has contributed to reducing the development of these diseases in crops, allowing maintaining 9,0–12,4 c/ha seed.

Key words: fodder beans, fungicides, biological efficiency, fusarium wilt, alternaria blight, blackish spot, rust, chocolate spot.

УДК: 633.112.9„321”:632.484

В.А. Радивон, А.Г. Жуковский
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВРЕДОНОСНОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM*, В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

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

Аннотация. Поражение ярового тритикале фузариозной корневой гнилью и фузариозом колоса обуславливает существенное снижение урожайности. Вредоносность фузариозной корневой гнили проявляется в снижении длины колоса на 4,9-24,5 %, количества зерен в колосе – на 5,0-35,7 %, массы зерен с колоса – на 25,0-40,0 %, массы 1000 зерен – на 4,3-9,7 %. Поражение колоса фузариозом снижает массу зерен с колоса на 5,6-33,3 % и массу 1000 зерен – на 6,5-28,5 %.

Ключевые слова: яровое тритикале, вредоносность, грибы рода *Fusarium*, корневая гниль, фузариоз колоса, *Fusarium culmorum*.

Введение. Грибы рода *Fusarium* Link. представлены широким видовым разнообразием повсеместно, они были изолированны из почв всех континентов мира, кроме Антарктики [1]. Около 20 видов грибов рода *Fusarium* вызывают болезни вегетативных и генеративных органов зерновых культур [2], основными из которых являются фузариозная корневая гниль и фузариоз колоса.

Фузариозная корневая гниль – хроническая болезнь, которая развивается в течение всего периода вегетации, начиная со всходов. У инфицированных семян может образоваться пораженный росток или корешок, нередко такие семена не прорастают. Симптомы поражения проростков проявляются как побурение колеоптиля, узла кущения, корней, эпикотиля, основания первого листа. В дальнейшем отмечается побурение, загнивание и отмирание первичных и вторичных корней, подземного междоузлия, реже основания стебля. Из-за трухлявости корней растения легко выдергиваются из почвы [3]. В посевах ярового тритикале развитие болезни достигает 50,6 % [4].

Вредоносность болезни проявляется в гибели проростков и всходов, снижении продуктивной кустистости и показателей урожайности, таких как количество и масса зерен с колоса, масса 1000 зерен. По результатам исследований С.Ф. Буга вредоносность фузариозной корневой гнили в посевах ярового ячменя характеризуется снижением продуктивной кустистости на 11,9 %, количества зерен в колосе – на 32,2 %. Наиболее чувствительным элементом, реагирующим на поражение растений

болезнью, является масса 1000 зерен: достоверное снижение показателя отмечалось с 13-15 % развития болезни [5]. В посевах озимой пшеницы развитие корневой гнили вызывает снижение массы 1000 зерен от 13,3 до 50,0 % в зависимости от балла поражения [6].

Основными возбудителями фузариозной корневой гнили в посевах зерновых культур в Республике Беларусь являются грибы: *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium sporotrichioides* Sherb. Из них обычно в зависимости от культуры, сорта, стадии развития растений и года исследования выделяют 3-4 наиболее часто встречаемых вида [6, 7, 8, 9, 10]. Результаты исследований видового состава грибов, поражающих корневую систему ярового тритикале, проводившиеся в 2015-2017 гг., позволили установить, что основными возбудителями корневой гнили являются виды *F. equiseti*, *F. solani, F. oxysporum, F. culmorum* и *F. avenaceum* [10]. Из представленного фузариозного комплекса наибольшей патогенностью по отношению к растениям ярового тритикале обладал гриб *F. culmorum*, все изоляты которого являлись высокопатогенными [11].

Фузариоз колоса – широко распространенное в мире заболевание, снижающее урожай и качество продукции злаковых культур. Грибы рода *Fusarium* в процессе жизнедеятельности выделяют токсичные метаболиты – микотоксины, в результате чего зерно становится непригодным для использования в пищу и на корм. Типичные симптомы фузариоза на колосе зерновых культур проявляются в виде обесцвечивания колосовых чешуй, хорошо заметного в начальный период созревания на фоне еще зеленой окраски здоровой ткани. При благоприятных условиях для развития гриба на колосе появляется налет мицелия и спороношение розово-оранжевого или красно-кирпичного цвета [12]. В условиях Республики Беларусь на пораженном колосе встречается от 7 до 12 видов грибов рода *Fusarium* в зависимости от культуры, наиболее часто встречаемыми являются *F. culmorum*, *F. poae, F. oxysporum, F. avenaceum* [3].

А.Г. Ильюком в результате изучения особенностей биологии грибов-возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы, а также их патогенеза на искусственных инфекционных фонах выявлено, что критическим сроком для заражения является середина цветения. В результате инокуляции в этот период отмечено наибольшее развитие болезни (58,2 %). Максимальное снижение массы зерен с колоса наблюдалось при инфицировании колоса грибом *F. culmorum* – на 21,1 % [13]. По данным Т.Ю. Гагкаевой и коллег, проводивших инокуляцию колоса суспензией конидий гриба *F. graminearum* в период цветения, наблюдалось максимальное заражение зерен в колосе, что снизило урожай

на 60-80 %. Инокуляция колоса через неделю после цветения привела к уменьшению видимых симптомов фузариоза и снижению урожая на 50-60 %, при высоком общем заражении зерна (90-95 %). При более поздних сроках заражения площадь видимых симптомов заболевания на колосе и число зараженных зерновок уменьшались, а вес семян не изменялся [12].

Яровое тритикале является одной из высокоурожайных яровых зерновых культур, урожайность, которой в конку рсном сортоиспытании на сортоиспытательных станциях и участках за 2014-2016 гг. составляла до 95,6 ц/га (ГСХУ «Молодечненская СС», 2015 г.) [14]. В связи с тем, что болезни вызываемые грибами рода *Fusarium* являются высоковредоносными, приводящими к значительным потерям урожайности, возникла необходимость выявить влияние поражения данными грибами на продуктивность ярового тритикале.

Методика проведения исследований. Работа выполнена в 2016-2017 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений».

Для получения растений с различной степенью поражения фузариозной корневой гнилью и фузариозом колоса были подготовлены инфекционные фоны высокопатогенного гриба *F. culmorum*. В стадии восковой спелости (ст. 87) отбирали по 100 растений каждого балла пораженных корневой гнилью для последующей оценки влияния болезни на показатели длины колоса, количества зерен в одном колосе и их массы, массы 1000 зерен. В стадии ранней молочной спелости (ст. 73) колосья, пораженные фузариозом, этикетировали в соответствии с баллом поражения. Перед уборкой (ст. 89) отбирали образцы по 100 растений с разным баллом поражения болезнью.

Степень поражения растений корневой гнилью определяли на основании шкалы, предложенной А.Ф. Коршуновой, А.Е. Чумаковым и Р.И. Щекочихиной [16]:

0 – здоровые растения;

1 – слабое побурение восприимчивых органов, не более 25 % от всего растения;

2 – сильное побурение корневой системы, не более 50 % от всего растения;

3 – очень сильное побурение корней, 50 % и более;

4 – гибель растения.

Для определения степени поражения фузариозом колоса использовали следующую балльную шкалу:

0 – отсутствие поражения;

1 – поражено до 10 % поверхности колоса;

2 – поражено 11-25 % поверхности колоса;

3 – поражено 26-50 % поверхности колоса;

4 – поражено свыше 50 % поверхности колоса.

Стадии развития растений приведены в соответствии со шкалой ВВСН [17].

Результаты исследований. На основании статистической обработки полученных данных по влиянию пораженности ярового тритикале фузариозной корневой гнилью на урожайность было выявлено снижение таких хозяйственных показателей, как длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерен с колоса и масса 1000 зерен.

Достоверное снижение показателей длины колоса и количества зерен в колосе наблюдается при поражении корневой системы по 2-му баллу и более и составляет 23,0-24,5 % и 23,8-35,7 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние степени поражения корневой гнилью на длину колоса и количество зерен в колосе ярового тритикале (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон гриба *F. culmorum*, сорт Дублет, полевые опыты)

Балл поражения	Длина колоса ±ДИ, см	Снижение длины колоса		Количество зерен в колосе ±ДИ, шт.	Снижение количества зерен в колосе	
		см	%		шт.	%
2016 г.						
0	6,1±0,2	-	-	36,1±2,5	-	-
1	5,8±0,2	0,3	4,9	34,3±2,5	1,8	5,0
2	4,7±0,2	1,4	23,0	27,5±2,4	8,6	23,8
3	4,7±0,2	1,4	23,0	25,3±2,4	10,8	29,9
$НСР_{05}$		0,4			4,6	
2017 г.						
0	4,9±0,3	-	-	30,0±2,7	-	-
1	4,9±0,3	0,0	0,0	28,5±2,4	1,5	5.0
2	3,7±0,3	1,2	24,5	20,8±2,1	9,2	30.7
3	3,7±0,2	1,2	24,5	19,3±1,6	10,7	35.7
$НСР_{05}$		0,5			4.0	

Примечание – ДИ – доверительный интервал

При поражении корневой системы фузариозом по первому баллу наблюдалось увеличение массы 1000 зерен относительно контроля на 1,0-1,3 % (таблица 2). Нередко незначительное поражение растений грибами-возбудителями болезней может стимулировать увеличение урожайности. В.И. Билай отмечает, что от пораженности зерна фузариозом зависит увеличение или уменьшение числа корней у проростков [18].

Так, по результатам данных А.Г. Ильюка поражение озимой пшеницы грибом *F. oxysporum* при латентном проявлении симптомов оказало стимулирующий характер на прорастаемость семян, которое выражалось в увеличении количества корешков и их длины [13]. В связи с этим можно предположить, что поражение растений грибом *F. culmorum* на депрессивном уровне положительно сказалось на развитии корневой системы и способствовало увеличению массы 1000 зерен.

Статистически достоверное снижение массы зерен с колоса и 1000 зерен отмечено при поражении растений по второму и третьему баллам: уменьшение количества зерен в колосе происходит на 25,0-40,0 %, массы 1000 зерен – на 5,1-9,7 %.

Таблица 2 – Влияние степени поражения ярового тритикале корневой гнилью на длину колоса и количество зерен в колосе (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон гриба *F. culmorum*, сорт Дублет, полевые опыты)

Балл поражения	Масса зерен с колоса ±ДИ, г	Снижение массы зерен с колоса		Масса 1000 зерен ±ДИ, г	Снижение массы 1000 зерен	
		г	%		г	%
2016 г.						
0	1,2±0,1	-	-	35,1±0,3	-	-
1	1,2±0,1	0,0	0,0	36,4±1,3	+ 1,3	-
2	0,9±0,1	0,3	25,0	33,3±0,2	1,8	5,1
3	0,8±0,1	0,4	33,3	32,9±0,1	2,2	6,3
$НСР_{05}$		0,2			1,1	
0	1,0±0,1	-	-	32,9±0,3	-	-
1	1,0±0,1	0,0	0,0	33,9±0,4	+1,0	
2	0,7±0,1	0,3	30,0	31,5±0,4	1,4	4,3
3	0,6±0,1	0,4	40,0	29,7±0,2	3,2	9,7
$НСР_{05}$		0,2			0,6	

Примечание – ДИ – доверительный интервал.

Также было выявлено отрицательное влияние корневой гнили на посевные качества семян нового урожая. Лабораторная всхожесть зерновок, пораженных по 2-му баллу, снижалась на 4,3 %, по 3-му – на 9,8 %.

Поражение колоса грибом *F. culmorum* по 2 и 3-му баллам достоверно снижает массу зерен с колоса на 12,5-22,2 %, по 4-му – на 31,3-33,3 %. Наиболее чувствительным элементом урожайности является масса 1000 зерен, где статистически значимые потери наблюдаются уже при поражении по 1-му баллу (6,5-15,2 %). Поражение колоса фузариозом по 4-му баллу вызывает снижение показателя на 19,1-28,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Вредоносность фузариоза колоса ярового тритикале (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон *F. culmorum*, сорт Узор, полевые опыты)

Балл поражения	Масса зерен с колоса ±ДИ, г	Снижение массы зерен с колоса,		Масса 1000 зерен ±ДИ, г	Снижение массы 1000 зерен,	
		г	%		г	%
2016 г.						
0	1,6±0,1	-	-	32,4±0,1	-	-
1	1,5±0,1	0,1	6,3	30,3±0,3	2,1	6,5
2	1,4±0,1	0,2	12,5	30,1±0,2	2,3	7,1
3	1,4±0,1	0,2	12,5	29,1±0,2	3,3	10,2
4	1,1±0,1	0,5	31,3	26,2±0,1	6,2	19,1
$НСР_{05}$		0,2			0,4	
2017 г.						
0	1,8±0,2	-	-	36,8±0,3	-	-
1	1,7±0,1	0,1	5,6	31,2±0,8	5,6	15,2
2	1,5±0,2	0,3	16,7	29,9±0,4	6,9	18,8
3	1,4±0,1	0,4	22,2	27,2±0,8	9,6	26,1
4	1,2±0,2	0,6	33,3	26,3±0,6	10,5	28,5
$НСР_{05}$		0,3			1,0	

Примечание – ДИ – доверительный интервал.

Таким образом, высокопатогенный и один из наиболее часто встречаемых грибов *F. culmorum*, по результатам наших исследований, приводит к значительным потерям урожайности ярового тритикале. Поражение корневой системы патогеном снижает длину колоса на 24,5 %, количество зерен в колосе – на 35,7 %, массу зерен с колоса – на 40,0 %, массу 1000 зерен – на 9,7 %. Инфицирование колоса грибом *F. culmorum* приводит к снижению массы зерен с колоса на 33,3 %, массы 1000 зерен – на 9,7 %.

Список литературы

1. Methods for Researeh on Soilbom Phytopathogenie Fungi / C.E. Windels [et al.] // American Phytopathological Society. – St. Paul, USA, 1992. – P. 115–128

2. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H.I. Nirenberg // Mitt. Biol. Bundesanst Land-Forstw.– Berlin, 1982. – V. 209 – 406 p.

3. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: монография / С.Ф.Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Невиж: Несвиж.укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.

4. Радивон, В.А. Динамика развития болезней в посевах сортов ярового тритикале / В.А. Радивон, А.Г Жуковский // Молодежь в науке – 2016: сб. материалов Междунар. конф. молодых ученых (Минск, 22-25 ноября 2016 г. Аграрные науки / НАНБ. Совет молодых ученых; редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 267–273.

5. Буга, С.Ф. Интегрированная система защиты ячменя от болезней : монография / С.Ф. Буга. – Минск : Ураджай, 1990. – 152 с.

6. Склименок, Н.А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Н.А. Склименок; РУП “Ин-т защиты растений”. – Прилуки, Мин. р.-н., 2015. – 23 с.

7. Артемова, О.В. Видовой состав грибов рода *Fusarium* LINK, встречающихся на

корневой системе растений озимой пшеницы / О.В. Артемова // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП "Ин-т защиты растений"; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. 28. – С. 63–67.

8. Распространенность грибов рода *Fusarium* и структура фузариозных комплексов агрофитоценозов озимых зерновых культур Республики Беларусь / С.Ф. Буга [др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ защиты растений; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 55–64.

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

10. Радивон, В.А. Видовой состав грибов-возбудителей корневой гнили ярового тритикале / В.А. Радивон // Защита растений : сб. научн. тр. / РУП "Ин-т защиты растений"; редкол.: С.В. Сорока [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 135–140.

11. Радивон, В.А. Патогенность грибов рода *Fusarium* вызывающих корневую гниль ярового тритикале / В.А. Радивон, А.Г. Жуковский // Фундаментальные и прикладные проблемы современной экологии и защиты растений: матер. международной науч.-практ. конф. факультета защиты растений Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева, 11-12 октября 2018 г. – Харьков: ХНАУ, 2018. – С. 104–107.

12. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – №5. – С. 69–120.

13. Ильюк, А.Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса: дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А.Г. Ильюк; НАН Беларуси, РУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 134 с.

14. Результаты испытания сортов растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную позность в Республике Беларусь за 2014-2016 годы / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2017. – 176 с.

15. Коршунова, А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочихина // 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.

16. Шипилова, Н.П. Диагностика фузариозного поражения колоса и заражения зерна на северо-западе России // Н.П. Шипилова, Л.И. Нефедова, В.Г. Иващенко // Сборник метод. рекомендаций по защите растений. – СПб., 1998.– С.208-220.

17. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под.ред. Ю.М. Стройкова. – Лимбургерхов, 2004. – 183 с.

18. Билай, В.И. Фузарии / В.И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1977. – 433 с.

V.A. Radivon, A.G. Zhukovsky

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

HARMFULNESS OF DISEASES CAUSED BY *FUSARIUM* GENUS FUNGI IN SPRING TRITICALE CROPS

Annotation. Spring triticale severity by fusarium root rot and fusarium head blight causes an essential yield decrease. Fusarium root rot is manifested in ear length decrease for 4,9-24,5 %, number of grains in the ear – for 4,3-9,7 %. Ear damage by fusariosis decreases grain weight from ear for 5,6-33,3 % and 1000 grain weight for 6,5-28,5 %.

Key words: spring triticale, harmfulness, Fusarium genus fungi, root rot, Fusarium head blight**,** *Fusarium culmorum*.

УДК 633.16 «321»:632.452

А.А. Радына, А.Н. Халаев, А.Г. Жуковский
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КАРЛИКОВАЯ РЖАВЧИНА В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

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

Аннотация. В последние годы (2013 и 2017 гг.) в Республике Беларусь отмечается поражение посевов ярового ячменя карликовой ржавчиной. В статье обобщены литературные данные по распространению и экономической значимости болезни, а также биологии ее возбудителя. Приведены результаты исследований пораженности посевов ярового ячменя карликовой ржавчиной (развитие болезни по годам в зависимости от сорта колебалось от 0,1 до 7,1 %). Установлена высокая биологическая эффективность фунгицидов в ограничении развития болезни.

Ключевые слова: яровой ячмень, карликовая ржавчина, развитие болезни, фунгициды.

Введение. Ячмень – одна из важнейших зерновых культур в мировом сельскохозяйственном зернопроизводстве, площади которой составляют около 80 млн. га, а это четвертое место после пшеницы, риса и кукурузы [5]. Яровой ячмень в Республике Беларусь занимает 420 тыс. га – около 20 % от общей площади возделывания зерновых. Величина и качество урожая культуры подвергаются постоянной угрозе не только из-за неблагоприятных погодных условий, оказывающих стрессовое воздействие на растения, но и поражаемости комплексом патогенных грибов.

Ржавчинные болезни зерновых культур являются одними из наиболее вредоносных. Принимая характер эпифитотии, они существенно снижают урожай. Ржавчинные грибы нарушают ассимиляционные процессы в растениях, уменьшают фотосинтез, ускоряют дыхание и испарение. При сильном поражении, например, стеблевой ржавчиной, потери урожая могут составлять свыше 50 %. Существенный ущерб посевам ярового ячменя может нанести карликовая ржавчина.

В последние годы в Республике Беларусь отмечается поражение посевов ярового ячменя карликовой ржавчиной. В России болезнь встречается во всех зонах выращивания озимого и ярового ячменя. Наиболее вредоносна она в районах Поволжья, Северного Кавказа, Центрально-Черноземном районе, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, где патоген развивается практически ежегодно. Эпи-

фитотии болезни могут возникать 1-2 раза в 10 лет [3, 4]. Карликовая ржавчина встречается во всех производящих ячмень регионах Северной Африки, Европы, Новой Зеландии, Австралии, некоторых частях Азии и США, где на восприимчивых сортах имеют место значительные потери урожая (до 62 %), особенно там, где культура созревает позже. В последние годы экономическое значение болезни возрастает [9].

Возбудитель болезни – двудомный гриб *Puccinia hordei* G.H. Otth. (син. *Puccinia anomala* Rostr. *P. hordei* Fuckel). На яровом ячмене карликовая ржавчина проявляется довольно поздно – в начале молочной или даже восковой спелости зерна, на озимом – на стадии всходов, особенно в теплые и засушливые годы. *P. hordei* это облигатный паразит, характеризующийся узкой филогенетической специализацией и приуроченностью к определенной культуре. Поражаются листья, листовые влагалища ячменя, на которых образуются мелкие, беспорядочно располагающиеся светло-желтые урединии. В конце лета, когда условия жизни гриба становятся неблагоприятными, на нижней стороне листьев и листовых влагалищ закладываются субэпидермальные мелкие черные телии [2, 6]. Урединии порошащие, светло-желтые или коричнево-бурые. Урединиоспоры шаровидные, широкоэллипсоидальные, 21-30×18-22 мкм, со светло-бурой шиповатой оболочкой. Телиоспоры по форме могут быть одноклеточные размером 25-30×16-18 мкм и двуклеточные – 44-56×18-24 мкм, продолговатые или булавовидные, буроватого цвета.

Болезнь может развиваться по неполному циклу, поскольку гриб довольно хорошо перезимовывает в урединиостадии на озимом ячмене и взошедшей падалице. Фитопатогенный потенциал более высок на растущем в теплых условиях яровом ячмене, чем на озимом. Сильное заражение проявляется в уменьшении массы тысячи зерен (до 30 %) и количества зерен в колосе. У пивоваренных сортов ячменя ухудшаются солодовые качества [7, 9]. Образованные вегетативным путем уредоспоры рассеиваются ветром и могут вызвать эпифитотию в посевах. Возбудитель карликовой ржавчины довольно пластичен к температурным показателям и может развиваться в растении даже при +5 ºС (на озимом ячмене), вызывая повторное заражение в условиях мягкой зимы. Урединиоспоры гриба прорастают и заражают растения при наличии капельной влаги и температуре воздуха 10-25 ºС (оптимальная температура 16-20 ºС). Для успешного заражения растений патогеном достаточно ночной росы (обильное увлажнение листа является важным фактором для заражения). При оптимальных условиях инкубационный период от момента инфицирования до проявления нового урединиоспороношения составляет 4-11 дней. Быстрое распространение заболевания при высокой температуре объясняется коротким латентным

периодом развития, большим количеством спор и восприимчивостью многих сортов ячменя к патогену. Также способствует развитию болезни поздний посев культуры, повышенные дозы азотных удобрений, выращивание рядом обеих форм ячменя. Так, Е.С. Рогожникова и др. в результате исследований выявили, что внесение минеральных и нового органоминерального удобрения на основе куриного помета приводило к существенному росту урожайности ярового ячменя, снижению степени поражения посевов основными возбудителями болезней [8]. Вместе с тем отмечена тенденция усиления развития карликовой ржавчины на листовом аппарате культуры.

Основные методы защиты от карликовой ржавчины это агротехника, гентетическая устойчивость и химический метод, которые применяются по отдельности или в комбинации. Принципиальным агротехническим подходом к контролю карликовой ржавчины является выбор оптимальных сроков сева, пространственная изоляция полей зерновых культур в севообороте, а также элиминация падалицы для уменьшения количества перезимовывающего инокулюма. Одним из эффективных, экономичных и экологичных методов защиты ячменя от болезней и в частности от карликовой ржавчины является создание устойчивых сортов. Наиболее эффективным и оперативным является химический метод. Применение фунгицидов позволяет своевременно тормозить инфекционный процесс при первых признаках поражения ярового ячменя карликовой ржавчиной.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования по пораженности посевов ярового ячменя карликовой ржавчиной проводились на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2013 и 2017 гг. Учеты распространенности и развития болезни оценивали по общепринятой методике [1]. Фенологические стадии развития растений приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [7].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований обнаружено проявление в посевах сортов ярового ячменя карликовой ржавчины.

В 2013 г. в зимний период температура воздуха была выше многолетних значений, что явилось первой предпосылкой для распространения карликовой ржавчины в посевах ярового ячменя. Первые признаки поражения болезнью в посевах изучаемых сортов отмечены в колошение – цветение культуры (ст. 55-59). Прорастанию спор гриба способствовали среднесуточная температура воздуха выше среднемноголетних значений на 2,8-3,7 ºС, выпадение осадков, в 2,7 раза превышающих норму и, соответственно, высокая влажность воздуха. Дальнейшее распространение карликовая ржавчина получила к мягкой восковой спелости зерна, чему благоприятствовали оптимальная температура 17,0-19,1 ºС на фоне вы-

сокой влажности воздуха как за счет выпадения осадков, так и обильных ночных рос. В вегетационном сезоне 2013 г. развитие карликовой ржавчины колебалось незначительно от 0,1 % (сорт Атаман) до 1,7 % (сорт Гонар) (таблица). В посевах сорта Тюрингия за весь учетный период не обнаружено симптомов поражения растений болезнью.

Таблица – Развитие карликовой ржавчины в посевах ярового ячменя (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты)

Сорт	Развитие болезни, %	
2013 г.		
	ст. 55-59 (середина – завершение колошения)	ст. 85 (мягкая восковая спелость зерна)
Тюрингия	0	0
Магутны	ед.	0,7
Гонар	ед.	1,7
Дзівосны	ед.	0,4
Батька	ед.	0,3
Атаман	ед.	0,1
Стратус	ед.	0,3
Бровар	ед.	0,3
2017 г.		
	ст. 73 (ранняя молочная спелость)	ст. 77 (поздняя молочная спелость)
Батька	0,1	0,1
Бровар	0,1	0,1
Добры	0,1	0,1
Радзіміч	0,2	0,2
Фэст	1,8	1,8
Ксанаду	1,0	7,1

Примечание – «ед.» – единичные симптомы.

В 2017 г. единичное проявление карликовой ржавчины в посевах ярового ячменя сорта Ксанаду зафиксировано в ст. 71 (стадия водянистого зерна), так как первая половина вегетации культуры проходила при дефиците осадков и пониженной влажности воздуха. Однако вторая и особенно третья декады июля характеризовались повышенным выпадением осадков (321 % от нормы) на фоне оптимальных температур воздуха (16,5-18,9 ºС) для дальнейшего заражения растений. Как свидетельствуют данные таблицы, сильнее поразился сорт ярового ячменя Ксанаду, к поздней молочной спелости зерна развитие болезни достигло 7,1 %. В данном вегетационном сезоне при развитии болезни в контроле 1,0 % (ст. 55) была проведена обработка посевов ярового ячменя сорта Ксанаду фунгицидами Приаксор Макс, КЭ (0,5 л/га), Амистар Трио, КЭ (1,0 л/га) и Осирис, КЭ (1,5 л/га). Биологическая

эффективность препаратов относительно подавления развития карликовой ржавчины составила 100 % (ст. 71).

Выводы. В результате исследований в последние годы в республике выявлено поражение посевов ярового ячменя карликовой ржавчиной. Максимальное развитие болезни отмечено в посеве сорта Ксанаду, которое составило 7,1 %.

Список литературы

1. Болезни зерновых культур / С.Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, «Ин-т защиты растений»; ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.

2. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С.Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2013. – 239 с.

3. Данилова, А.В. Карликовая ржавчина – прогрессирующее заболевание ячменя. / А.В. Данилова, В.Г. Волкова // Защита и карантин растений. – 2015. – №7. – С. 46–48.

4. Левитин, М.М. Сельскохозяйственная фитопатология / М.М. Левитин. – М.: Юрайт, 2017. – С. 66.

5. Лоскутов, И.Г. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя / И.Г. Лоскутов, В.Д. Кобылянский, О.Н. Ковалева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб., 2007. – Т. 164 – С. 80–101.

6. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

7. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер. – Лиммбургерхоф: БАСФ, 2004. – 183 с.

8. Рогожникова, Е.С. Влияние удобрений на поражение ярового ячменя болезнями в IV агроклиматической зоне Ленинградской области. / Е.С. Рогожникова, А.М. Шпанев, М.А. Фесенко // Вестн. защиты раст. – 2016. – №4. – С. 56–61.

9. Leaf rust of cultivated barley: pathology and control / R. Park [et al.] // Annual Review of Phytopathology – 2015. – № 53. – P. 565–589.

A.A. Radyna, A.N. Khalaev, A.G. Zhukovsky
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

DWARF LEAF RUST OF SPRING BARLEY

Annotation. The last years (2013 and 2017) in the Republic of Belarus spring barley infection by dwarf leaf rust is noticed. In the article the literary data on incidence and economic importance of the disease and the agent's biology are combined. The results of dwarf leaf rust severity researches of spring barley crops (the disease severity by years have fluctuated depending on the variety from 0,1 to 7,1 %). A high biological fungicides efficiency in the disease severity restriction is determined.

Key words: spring barley, dwarf leaf rust, disease severity, fungicides.

УДК 633.15: 632.484

Н.Л. Свидунович, А.Г. Жуковский
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ЗАРАЖЕНИЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ФУЗАРИОЗА НА СНИЖЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ

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

Аннотация. Представлены результаты четырехлетних (2014-2017 гг.) исследований по выявлению критической стадии для заражения початков кукурузы возбудителями фузариоза. Установлена уязвимая стадия для заражения грибами рода *Fusarium* – ст. 71-73. Определена вредоносность фузариоза початков, которая проявляется в снижении массы початка и массы 1000 зерен. Потери урожая зерна при заражении грибом *Fusarium verticillioides* составили 2,5-8,1 %, *Fusarium graminearum* – 2,9-10,3 %.

Ключевые слова: кукуруза, *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, фузариоз початков, развитие болезни, вредоносность, масса початка, масса 1000 зерен, урожайность, потери урожая.

Введение. Растения кукурузы в период вегетации поражаются многими болезнями, среди которых наиболее вредоносным является фузариоз початков. Основными возбудителями болезни за рубежом считаются грибы *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (ранее – *F. moniliforme* J. Sheld) и *Fusarium graminearum* Schwabe [8, 13, 16, 21, 22, 26, 27, 28]. В Республике Беларусь в структуре грибов рода *Fusarium*, поражающих початки, нами установлено также доминирование грибов *F. verticillioides* и *F. graminearum,* частота встречаемости которых достигала 81,9 и 26,0 % соответственно [18].

Семена кукурузы, в сильной степени пораженные грибами *Fusarium*spp., являются невсхожими, а в случае появления всходов они могут погибать. Все это обусловливает значительное изреживание посевов, особенно при понижении температуры почвы в послепосевной период [13]. Установлено снижение полевой всхожести семян на 6,7-40,1 % [10, 17]. Молодые растения, выросшие из пораженных фузариозом семян, хлоротичны, отстают в росте, что хорошо заметно в первой половине вегетации культуры. Наиболее опасна скрытая инфекция, когда семена по своим внешним признакам мало отличаются от здоровых, но содержат инфекцию в области зародыша [7, 19]. Скрытая зараженность семян вокруг очагов поражения фузариозом может достигать 70,0-98,6 % [10]. При высоком развитии болезни поражается более 60,0 % початков [1].Отмечено снижение содержания крахмала, жиров, повышение белка в зерне [25].

Согласно литературным данным, максимальное развитие фузариоза початков отмечается при заражении в стадии 63-79 (мужское соцветие: рассеивание пыльцы начинается; женское соцветие: видны кончики нитей рыльца – достигнут видо- или сортоспецифический размер зерна) [3, 5, 8, 24, 26].В период от выдвижения метелок и до полной спелости зерна,помимо продолжающейся системной колонизации растений кукурузы грибами рода *Fusarium*, наблюдается и проникновение аэрогенной инфекции через надземные узлы стебля и рыльца,что является критическим периодом для заражения растений кукурузы и приводит в дальнейшем к высокой степени поражения болезнью [6, 11, 12, 23].

В связи с этим цель исследований заключается в уточнении наиболее уязвимой стадии для заражения растений основными возбудителями болезни – грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum* и определении их вредоносности.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях РУП «Институт защиты растений» Минского района на раннеспелых гибридах Мос 182 СВ (2014-2015 гг.) и Лювена (2016-2017 гг.).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, pH – 6,5, содержание гумуса – 2,2 %. Сев кукурузы проводили в оптимальные сроки, способ сева – квадратно-гнездовой. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытной делянки – 10 м^2.

С целью выявления критической стадии в заражении початков кукрузы возбудителями фузариоза и определения их вредоносности были проведены опыты с искусственной инокуляцией початков в ст. 51; 63; 71-73 грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum*. Инокуляция растений грибами в ст. 63 и ст. 71-73проводилась исходя из литературных данных. В стадии начало выбрасывания метелок (ст. 51) происходит заражение пузырчатой головней, поэтому представлялось целесообразным выяснить,насколько эта стадия уязвима для заражения грибами рода *Fusarium*, что в дальнейшем могло бы послужить основой для проведения защитных мероприятий против двух болезней [3].

Заражение початков кукурузы проводили путем инъекции инокулюма под обертки початка при помощи шприца [2, 4]. Для этого использовали суспензию спор и мицелия, выращенного на картофельно-сахарозном агаре, с титром спор $1{,}4\times10^7$-$3{,}4\times10^7$– *F. verticillioides* и $1{,}4\times10^5$-$6{,}4\times10^5$– *F. graminearum*.

Фенологические стадии развития кукурузы отмечали согласно коду BBCH [14]:

ст. 51 – начало выбрасывания метелок; метелка хорошо заметна внутри кроющихся верхних листьев;

ст. 63 – мужское соцветие: рассеивание пыльцы начинается. Женское соцветие: видны кончики нитей рыльца;

ст. 71-73 – начало образования зерна: зерна узнаваемы, содержание водянистое, около 16,0 % сухой массы в зерне – ранняя молочная спелость.

Развитие болезней рассчитывали по формуле [15]:

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

где R – развитие болезни, %;

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

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

K – высший балл шкалы учета.

Учет степени поражения фузариозом початков проводился по 5-балльной шкале, разработанной В.Г. Иващенко и Е.Ф. Сотченко [10]:

балл – поражено до 2,0 % (до 5 зерен);

балл – поражено от 2,1 до 5,0 % (6-15 зерен);

балл – поражено от 5,1 до 10,0 % (16-30 зерен);

балл – поражено свыше 10,1 % поверхности початка (более 30 зерен локального типа проявления);

балл – восприимчивость – поражено свыше 10,1 % поверхности (более 30 зерен рассеянного типа проявления).

Результаты и их обсуждение. Нарастанию пораженности початков фузариозом способствовали погодные условия в период вегетации – выпадение осадков выше средней многолетней нормы и повышенный температурный фон (таблица 1). Так, в августе и сентябре 2014 г. погодные условия характеризовались температурным фоном, близким к среднемноголетним значениям, наблюдался дефицит осадков в конце сезона. В 2015 г. в августе-сентябре температура воздуха превышала норму на несколько градусов. В августе месяце в период развития плода отмечался дефицит осадков. Поэтому в эти годы развитие фузариоза початков не превышало 22,6 % (таблица 2). В 2016-2017 гг. наблюдалось эпифитотийное развитие болезни – 52,7-68,0 %, что обусловлено повышенным температурным режимом 3-й декады августа и 1-2 декад сентября 2016 г. и повышенным температурным фоном после заражения (август) и количеством осадков в период – 3 декада августа – 1-2 декады сентября 2017 г. На наш взгляд, росту степени поражения початков в эти годы способствовало также повышение количества выпавших осадков перед инфицированием, что обусловило сохранение влаги на растении.

Во все годы исследований в полевых опытах с искусственным заражением початков возбудителями фузариоза – грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum* – существенных различий в степени поражения не отмечено.

Жизненные циклы этих возбудителей схожи между собой [7]. На растениях кукурузы часто наблюдается совместная и растянутая во времени колонизация данных видов грибов – от всходов до отмирания [9].

Таблица 1 – Метеорологические данные за июль-сентябрь (метеостанция РУП «Институт защиты растений», Минский р-н, аг. Прилуки)

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °С					Сумма осадков, мм					Средняя относительная влажность воздуха, %			
		мн.н.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	мн.н.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Июль	I	17,3	18,9	19,4	17,2	14,6	29,0	11,4	27,4	42,4	20,8	75,2	74,5	85,2	85,2
	II	17,8	19,3	15,4	17,8	16,5	29,0	62,2	35,0	62,6	36,8	83,7	87,3	91,3	82,9
	III	17,9	22,2	17,2	20,6	18,9	32,0	1,4	28,8	39,2	103	61,4	84,2	89,7	83,7
	среднее/ сумма	17,7	20,1	17,3	18,5	16,7	90,0	75,0	91,2	144,2	160,6	73,4	82,0	88,7	83,9
Август	I	17,4	17,4	22,4	15,4	19,9	28,0	9,6	2,6	4,8	12,8	58,8	62,5	83,4	78,8
	II	16,5	16,5	19,1	15,0	21,6	26,0	71,2	0,0	24,6	16,6	82,1	56,7	85,3	78,4
	III	15,1	15,1	19,1	18,6	13,6	27,0	75,2	3,6	3,6	45,2	90,5	60,7	77,3	99,2
	среднее/ сумма	16,3	16,3	20,2	16,3	18,4	81,0	156,0	6,2	33,0	74,6	77,1	60,0	82,0	85,5
Сентябрь	I	13,4	13,4	14,3	16,1	14,2	22,0	9,4	17,6	6,2	33,4	86,6	88,2	86,0	94,0
	II	11,6	11,6	15,0	13,1	14,0	20,0	2,0	22,4	0,6	46,0	73,0	85,8	94,9	99,8
	III	9,7	9,6	12,4	10,6	8,0	18,0	21,0	58,4	22,4	11,5	90,7	95,1	95,3	89,5
	среднее/ сумма	11,6	11,5	13,9	13,3	12,1	60,0	32,4	98,4	29,2	90,9	83,4	89,7	92,1	94,4

Примечание – «Мн. н.» – многолетняя норма.

Таблица 2 – Развитие фузариоза початков в зависимости от стадии развития культуры в период заражения (РУП «Институт защиты растений», инфекционные фоны)

Вариант	Развитие фузариоза початков, %		
	ст. 75	ст. 83	ст. 89
2014 г., гибрид Мос 182 СВ			
Естественный фон	0,0	2,0	8,6
F. verticillioides (заражение в ст. 51)	0,0	1,8	2,9
F. verticillioides (заражение в ст. 71-73)	2,8	6,6	20,2
F. graminearum(заражение в ст. 51)	0,0	2,3	3,4
F. graminearum(заражение в ст. 71-73)	3,3	7,2	22,6
2015 г., гибрид Мос 182 СВ			
Естественный фон	0,0	0,0	0,2
F. verticillioides (заражение в ст. 51)	0,0	0,0	0,3
F. verticillioides (заражение в ст. 71-73)	1,2	6,2	15,7
F. graminearum(заражение в ст. 51)	0,0	0,0	0,2
F. graminearum(заражение в ст. 71-73)	0,6	5,6	13,0
2016 г., гибрид Любена			
Естественный фон	0,6	6,2	10,8
F. verticillioides (заражение в ст. 51)	0,0	0,1	0,4
F. verticillioides (заражение в ст. 71-73)	1,8	26,2	68,0
F. graminearum(заражение в ст. 51)	0,0	0,0	0,4
F. graminearum(заражение в ст. 71-73)	1,2	22,2	66,4
2017 г., гибрид Любена			
Естественный фон	1,6	4,6	7,2
F. verticillioides (заражение в ст. 51)	1,3	4,6	7,6
F. verticillioides (заражение в ст. 63)	1,6	4,4	8,0
F. verticillioides (заражение в ст. 71-73)	20,0	28,9	52,7
F. graminearum(заражение в ст. 51)	1,3	4,6	7,8
F. graminearum(заражение в ст. 63)	1,8	4,8	8,2
F. graminearum(заражение в ст. 71-73)	26,7	33,6	54,0

Таким образом, результаты наших исследованийсвидетельствуют о том, что наиболее оптимальным периодом для заражения початков кукурузы *F. verticillioides* и *F. graminearum* независимо от вида гриба-возбудителя фузариоза в условиях Беларуси является стадия содержимое зерна водянистое – начало молочной спелости зерна (ст. 71-73).

Также выявлено, что инфицирование початков в этот период обусловливает снижение показателей хозяйственной эффективности: массы початка на 4,4-24,4 % и массы 1000 зерен – на 5,7-9,2 % в зависимости

от года исследований (таблица 3). Полученные результаты подтверждают исследования А.С. Хроменко: недобор урожая от болезни составлял 10,7 % [20].

Таким образом, потери урожая при заражении грибом *F. verticillioides* составили 2,1-7,3 ц/га, *F. graminearum* – 2,4-9,3 ц/га.

Таблица 3 – Влияние зараженности початков кукурузы возбудителями фузариоза грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum*на формирование урожайности (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, заражение ст. 71-73)

Вариант	Снижение массы початка, %	Снижение массы 1000 зерен, %	Урожайность,		
			ц/га	± к варианту без заражения, ц/га	%
2014 г., гибрид Мос 182 СВ					
Без заражения*	198,0	240,0	79,1	–	–
Заражение грибом *F. verticillioides*	14,5	6,1	76,1	3,0	3,8
Заражение грибом *F. graminearum*	14,2	5,7	76,3	2,8	3,5
$НСР_{05}$	11,6	8,2	2,2		
2015 г., гибрид Мос 182 СВ					
Без заражения*	206,3	258,0	83,0	–	–
Заражение грибом *F. verticillioides*	5,0	8,8	80,9	2,1	2,5
Заражение грибом *F. graminearum*	4,4	7,0	80,6	2,4	2,9
$НСР_{05}$	6,4	7,9	2,0		
2016 г., гибрид Любена					
Без заражения*	210,8	290,0	90,2	–	–
Заражение грибом *F. verticillioides*	9,3	8,1	82,9	7,3	8,1
Заражение грибом *F. graminearum*	16,6	8,6	80,9	9,3	10,3
$НСР_{05}$	10,4	8,2	4,4		
2017 г., гибрид Любена					
Без заражения*	132,6	198,0	69,9	–	–
Заражение грибом *F. verticillioides*	23,0	5,5	63,3	6,6	9,4
Заражение грибом *F. graminearum*	24,4	9,2	62,8	7,1	10,2
$НСР_{05}$	8,8	8,4	4,6		

Примечание – «*» – масса в граммах.

Заключение. Изучена вредоносность фузариоза початков в условиях искусственного инфекционного фона в зависимости от вида гриба-возбудителя болезни. Установлено, что наиболее уязвимым периодом для заражения початков фузариозом является начало образования зерна – ранняя молочная спелость. Инфицирование початков вызывает снижение показателей хозяйственной эффективности: массы початка и массы 1000 зерен. Потери урожая при заражении грибом *F. verticillioides* составили 2,1-7,3 ц/га (2,5-8,1 %), *F. graminearum* – 2,4-9,3 ц/га (2,9-10,3 %). Выяснение роли стадии в заражении початков кукурузы фузариозом имеет практическое значение, так как позволит обосновать сроки применения фунгицидов для защиты культуры от болезни.

Список литературы

1. Агибалова, В.С. Протравители семян кукурузы / В.С. Агибалова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 2. – С. 16–17.
2. Борисов, В.Н. Методы инокуляции кукурузы при создании инфекционного фона фузариоза початков / В.Н. Борисов // Материалы четвертой Всесоюз. науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы / Всесоюз. НИИ кукурузы; редкол.: В.С. Циков [и др.]. – Днепропетровск, 1985. – С. 98–104.
3. Буга, С.Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней: рекомендации / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Т.Н. Жердецкая; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2012. – 54 с.
4. Грисенко, Г.В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 57 с.
5. Ивахненко, А.Н. Фузариоз и плесневение зерна кукурузы / А.Н. Ивахненко, В.Н. Борисов, Е.Л. Дудка // Сел. хоз-во за рубежом. – 1983. – №3. – С. 24–28.
6. Иващенко, В.Г. О взаимосвязи корневых и стеблевых гнилей кукурузы и пшеницы в условиях юга УССР / В.Г. Иващенко // Науч.-техн. бюлл. – ВСГИ: Одесса, 1977. – № 30. – С. 44–47.
7. Иващенко, В.Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В.Г. Иващенко // Вестн. защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22–30.
8. Иващенко, В.Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В.Г. Иващенко. – СПб. – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
9. Иващенко, В.Г. Колонизация кукурузы возбудителями стеблевых гнилей распространенных на юге Украины / В.Г. Иващенко // Микология и фитопатология. – 1989. – Т. 23, вып. 6. – С. 572–576.
10. Иващенко, В.Г. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков / В.Г. Иващенко, Е.Ф. Сотченко, Ю.В. Сотченко // Вестн. защиты растений. – 2006. – №1. – С. 16–20.
11. Иващенко, В.Г. Стеблевые и корневые гнили кукурузы в Одесской области / В.Г. Иващенко // Науч.-техн. бюлл. ВСГИ. – 1970. – № 12. – С. 54–56.
12. Иващенко, В.Г. Устойчивость кукурузы к основным болезням и разработка методов ее повышения: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 06.01.11 / В.Г. Иващенко; Рос.акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ защиты растений. – СПб., 1992. – 38 с.
13. Иващенко, В.Г. Фузариозная и цефалоспориозная инфекция, ее влияние на жизнеспособность семян кукурузы и возможность переноса возбудителей / В.Г. Иващенко, В.А. Никоноренков // Бюл. ВИЗР. – Л., 1991. – №75. – С. 33–39.
14. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В.И. Щербакова. – Минск, 1999. – 198 с.
15. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С.Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.

16. Немлиенко, Ф.Е. Болезни кукурузы / Ф.Е. Немлиенко. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 230 с.
17. Павук, З.С. Вредоносность фузариоза и серой гнили початков кукурузы / З.С. Павук // Бюл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1974. – Т. 1, № 2. – С. 34–35.
18. Свидунович, Н.Л. Видовой состав грибов, паразитирующих на початках кукурузы в условиях Республики Беларусь / Н.Л. Свидунович // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко [и др.]. – Несвиж, 2018. – Вып. 42. – С. 151–157.
19. Хорошайлов, Н.Г. Методы определения посевных качеств семян с учетом состояния их здоровья и воздействия обеззараживающих веществ / Н.Г. Хорошайлов // Влияние микроорганизмов и протравителей на семена. – М.: Колос, 1972. – С. 16–21.
20. Хроменко, А.С. Устойчивость кукурузы к кукурузному мотыльку в условиях Центральной лесостепи Украины: автореф. дис. … канд с.-х. наук: 06.01.11 / А.С. Хроменко; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ защиты растений. – Л., 1982. – 24 с.
21. Alakonya, A.E. Fumonisin B_1 and aflatoxin B_1 levels in Kenya maize / A.E. Alakonya, E.O. Monda, S. Ajanga // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 91, № 2. – P. 459–464.
22. Auftreten und Befallshaufigkeit von Erregern der Fusarium-KolbenfauleimMaisanbau in Deutschland / A. Gortz [et all.] // 56 Deutsche Pflanzenschutztagung, Kiel, 22-25 Sept., 2008. – Mitt. Julius Kuhn-Inst. – 2008. – № 417. – P. 70.
23. Foley, D. Systemic infection corn by *Fusarium moniliforme* / D. Foley // Phytopathology. – 1962. – Vol. 52, № 9. – P. 870–872.
24. Inoculation methods and disease rating scales for maize diseases / ed.: M. Shekhar [and ed.] – New Delhi: Directorate of Maize Research PusaCampus, 2012. – 31 p.
25. The influence of Fusarium ear infection on the maize yield and mycotoxin content (Transylvania-Romania) / E. Nagy [et all.] // Plant Breed and Seed Sci. – 2011. – Vol. 64, № 1. – P. 35–44.
26. The effect of different infection pathways on maize kernel infection by *Fusarium* fumonisin contamination / S. Povero [et all.] // 15 National Meeting of the Italian Society for Plant Pathology (SIPaV), Locorondo, Sept. 28-Oct.1, 2009 // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 91, № 4. – P. 81.
27. Szecsi, A.A. Lizeolaszekciobatartozofuzariumokes 1992 / A.A. Szecsi // Novenyvedelem. – 1994. – Vol. 30, № 70. – S. 313–318.
28. Ulrike, F. Genetic diversity of *Gibberellafujikuroi* isolates from different geographic originis / F. Ulrike, E.M. Schlacht, H.G. Geiger // Proc. V. Europ. Fusarium Seminar. Hungary, Szeged. – 1997. – Vol. 25, № 3/2. – P. 557–560.

N.L. Svidunovich, A.G. Zhukovsky
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

INFLUENCE OF CORN COBS INFECTION TERMS BY FUSARIUM WILT AGENTS FOR REDUCING CORN PRODUCTIVITY

Annotation. The results of four-year (2014-2017) studies on the identification of the critical stage for corn cobs infection by fusarium wilt agents are presented. A vulnerable stage has been determined for the infection by fungi of the genus *Fusarium* - st. 71-73. The harmfulness of cobs fusarium wilt has been determined, which is manifested in cob mass and weight of 1000 grains decrease. Grain yield losses by the fungus *Fusarium verticillioides* have made 2,5-8,1 %, *Fusarium graminearum* - 2.9-10.3 %.

Key words: corn, *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, cob fusarium, wilt, disease severity, harmfulness, cob mass, 1000 grain weight, yield, yield loss.

УДК 635.21:632.412.5+632.651]

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

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА РАКО- И НЕМАТОДОУСТОЙЧИВОСТЬ

Рецензент: канд. биол. наук Юзефович Е.К.

Аннотация. Представлены результаты оценки устойчивости гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку и золотистой картофельной нематоде. Установлено, что от общего количества обследованных сортообразцов 83,6 % были не восприимчивы к возбудителю рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. и 63,1 % – к золотистой картофельной нематоде *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.

Ключевые слова: карантинные объекты, рак картофеля, золотистая картофельная нематода, устойчивость, картофель, сортообразцы, селекция.

Введение. Гриб *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. и золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens (ЗКН) относятся к карантинным объектам ограниченно распространенным на территории Евразийского экономического союза [5], в том числе и в Республике Беларусь. Они вызывают такие вредоносные заболевания как рак и глободероз картофеля, которые могут быть причиной значительного (до 70 %) снижения урожая. Несмотря на то, что впервые рак картофеля в Беларуси был обнаружен в 1939 г., а глободероз – в 1957 г., до настоящего времени данные болезни имеют важное экономическое значение.

Согласно данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» по состоянию на 01.01.2019 г. общая площадь очагов рака картофеля на территории республики не изменилась по сравнению с 2014 г. и составила 0,36 га, сосредоточившись на приусадебных участках Брестской и Могилевской областей. Зараженность возделываемых земель золотистой картофельной нематодой на 01.01.2019 г. в Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях составила 3762, 91 га, что ниже в 3,64 раза по сравнению с показателем 2014 г. (13692,82 га). При этом большая площадь очагов (2120,61 га) приходится на приусадебные участки.

В настоящее время, возделывание устойчивых сортов является пока единственным способом защиты картофеля от рака и глободероза. Причем ракоустойчивость является обязательным признаком новых сортов картофеля при включении их в «Государственный реестр сортов».

В то время как ситуация с нематодоустойчивостью складывается несколько по-другому, поскольку на сегодняшний день сорта картофеля не обязаны обладать данным свойством, но их характеристика по восприимчивости к ЗКН прописывается в реестре. В настоящее время в республике районировано 152 сорта картофеля, из них 128 или 84,2 % обладают устойчивостью к нематоде [3].

Одной из проблем в селекции картофеля на устойчивость к раку, является изменчивость и внутривидовая специализация гриба *S. endobioticum,* что затрудняет создание сортов сложного генотипа, устойчивого к нескольким патотипам патогена. В связи с тем, что в Беларуси распространен обычный патотип 1(D1) возбудителя заболевания, то селекционные работы по ракоустойчивости ведутся к данному патотипу гриба. Однако существует риск потери сортами признака устойчивости вследствие изменчивости возбудителя и появления более агрессивных форм в популяции патогена [2, 4, 6, 7].

Сложность защиты картофеля от ЗКН состоит в высокой приспособленности нематоды к условиям обитания и длительном (10–15 лет) сохранении жизнеспособности цист при отсутствии растения-хозяина. В настоящее время на территории республики распространена популяция ЗКН представленная патотипом Ro1 [1]. В то же время возделывание нематодоустойчивых сортов повышает опасность появления агрессивных патотипов возбудителя, таких как Ro2, Ro3, Ro4, Ro5, которые обнаружены во многих зарубежных странах [9].

В связи с этим, целью данных исследований являлось проведение иммунологической оценки гибридов картофеля белорусской селекции на рако- и нематодоустойчивость.

Условия и методика проведения исследований. Исследования рако- и нематодоустойчивости селекционного материала на осуществляли в 2014–2018 гг. на карантинном стационаре РУП «Института защиты растений». Оценку каждого образца проводили в течение 3-х лет: 2 года в предварительном и 1 год в государственном (полевом) испытаниях согласно методическим рекомендациям, изложенным в «Оценке сортов и гибридов картофеля на устойчивость…» [12].

Материалом для исследований являлись селекционные образцы и сорта картофеля (Вольтман и Скарб). Всего в вышеуказанный период было изучено 1519 сортообразцов РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», в том числе в предварительном испытании – 1435, в государственном – 84 образца.

Предварительное испытание селекционного материала на восприимчивость к *G. rostochiensis* проводили в пластмассовых горшках объёмом 250 см^3. Горшки заполнялись почвой с инвазионной нагрузкой

ЗКН патотип (Ro1) не ниже 5 тыс. личинок на 100 $см^3$ почвы. Гибриды первого года высаживали по 3 клубня, второго года испытания – по 5 клубней каждого образца. Государственное испытание проводили в полевых условиях, высаживая по 40 клубней каждого образца в трехкратной повторности. Контролем служили восприимчивый к нематоде патотип Ro1 сорт Вольтман и устойчивый – Скарб. Оценку проводили через 7–8 недель после посадки при появлении на корнях картофеля сорта Вольтман и Скарб золотисто-желтых цист нематоды с подсчетом их количества на корневой системе. Гибриды классифицировали в зависимости от степени поражения на группы [11, 12, 13]:

1 – 0 цист на корневой системе (устойчивые);

2 – 1–5 цист на корневой системе (слабопоражаемые);

3 – 6 и более цист на корневой системе (восприимчивые).

Предварительное испытание картофеля на ракоустойчивость проводили в лизиметрах, высаживая селекционный материал первого года по 5 клубней, второго года – по 10 клубней. Государственное испытание проходило в полевых условиях по 20 клубней каждого гибрида в трехкратной повторности. В качестве контроля использовали сорт Вольтман, восприимчивый к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1). Семенной материал во время посадки смачивали водой и инфицировали зооспорангиевым порошком патогена, смешанным с песком в соотношении 1:1, из расчета 1,0–1,5 г на клубень. Учет симптомов рака картофеля на образцах проводили через 55–65 дней после посадки, когда заболевание проявилось на контрольном сорте с пораженностью не менее 75,0 %. При наличии хотя бы одного растения с признаками заболевания образец считался восприимчивым [10, 12, 13].

Результаты исследований. Проведенная в течение 2014–2018 гг. иммунологическая оценка селекционного материала картофеля из РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» выявила 83,6 % сортообразцов устойчивых к раку и 63,1 % – к ЗКН от общего количества обследованных образцов.

В предварительном испытании первого года установлено, что доля устойчивых образцов к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1) составила 81,8 %, второго года – 86,7 % (таблица 1).

В ходе проведения государственного испытания селекционного материала получены результаты, свидетельствующие о том, что большая часть (92,9 %) испытанных образцов за годы исследований проявила признак устойчивости к возбудителю рака картофеля. При этом следует отметить, что в отдельные годы среди анализируемых гибридов, предоставленных РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», не было выявлено восприимчивых (таблица 2).

Таблица 1 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку в предварительном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.		В том числе, %			
			устойчивых		восприимчивых	
	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года
2014	165	41	63,0	87,8	37,0	12,2
2015	144	37	93,1	91,9	6,9	8,1
2016	110	45	90,0	71,1	10,0	28,9
2017	59	35	86,4	100,0	13,6	0,0
2018	61	23	86,9	87,0	13,1	13,0
Всего за годы исследований	539	181	81,8	86,7	18,2	13,3

Таблица 2 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку в государственном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.	В том числе, %	
		устойчивых	восприимчивых
2014	8	100	0,0
2015	7	100	0,0
2016	9	88,9	11,1
2017	8	100	0,0
2018	10	80,0	20,0
Всего за годы исследований	42	92,9	7,1

Симптомы рака картофеля проявлялись главным образом на клубнях и стеблях в виде наростов. На отдельных восприимчивых гибридах было обнаружено проявление болезни в виде атипичной листовой форме с гофрированием и свертыванием листьев нижнего и частично среднего ярусов. В годы с недостаточным выпадением осадков отмечались признаки поражения клубней раком в виде паршеобразной (наплывы гипертрофированной ткани на верхушке молодых клубней) и гофрированной форм [4, 8].

Данные предварительного испытания степени устойчивости образцов к *G. rostochiensis* патотип (Ro1) в 2014–2018 гг. показали, что от общего числа исследуемых гибридов картофеля белорусской селекции 51,5 % были устойчивыми к ЗКН, из них первого года – 50,6 %, второго года – 54,0 % (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к нематоде в предварительном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.		В том числе, %					
			устойчивых		слабопоражаемых		восприимчивых	
	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года
2014	164	41	66,5	63,4	2,4	9,8	31,1	26,8
2015	145	37	44,1	64,9	22,1	18,9	33,8	16,2
2016	110	40	63,6	65,0	20,9	25,0	15,5	10,0
2017	59	35	32,2	40,0	25,4	40,0	42,4	20,0
2018	61	23	18,0	21,7	34,4	43,5	47,5	34,8
Всего за годы исследований	539	176	50,7	54,0	17,6	25,6	31,7	20,4

В то же время за последние 5 лет количество слабопоражаемых образцов первого года в предварительных испытаниях возросло с 2,4 (2014 г.) до 34,4 % (2018 г.), второго года – с 9,8 (2014 г.) до 43,5 % (2018 г.) (таблица 3). Подобная тенденция свидетельствует о том, что необязательность признака нематодоустойчивости для включения сорта в «Государственный реестр сортов», обусловила использование в селекции родительских форм, характеризующихся комплексом других хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность, скороспелость, содержание питательных веществ, крахмалистость, форма и цвет клубней и т.д.

В 2014–2018 гг. в государственном испытании было оценено 42 сортообразца картофеля селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» на устойчивость к ЗКН. По результатам оценки выявлено 69,0 % нематодоустойчивых образцов от общего числа всех испытанных, 23,8 % – слабопоражаемых и 7,1 % – восприимчивых (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к нематоде в государственном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.	В том числе, %		
		устойчивых	слабопоражаемых	восприимчивых
2014	8	75,0	12,5	12,5
2015	7	100	0,0	0,0
2016	9	66,7	22,2	11,1
2017	8	62,5	37,5	0,0
2018	10	50,0	40,0	10,0
Всего за годы исследований	42	69,1	23,8	7,1

Из представленных в таблице 4 результатов оценки устойчивости селекционного материала к *G. rostochiensis* патотип (Ro1) следует, что доля слабопоражаемых гибридов увеличилась до 40,0 % в 2018 г. по сравнению с 12,5 % в 2014 г., что согласовывается с научными данными полученными в предварительных испытаниях. В то же время в 2015 и 2017 гг., при проведении государственной проверки поражаемости картофеля глободерозом, восприимчивых образцов не выявлено.

Заключение. На основании данных иммунологической оценки селекционного материала картофеля на восприимчивость к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1) установлено, что доля устойчивых образцов за 2014–2018 годы исследований составила 83,1 % в предварительных и 92,9 % – в государственных испытаниях.

Выявлено, что количество непоражаемых *G. rostochiensis* патотип (Ro1) сортообразцов в предварительной проверке варьировало от 18,0 до 66,5 %, в государственной – от 50,0 до 100 %.

По результатам испытания селекционного материала картофеля белорусской селекции на рако- и нематодоустойчивость осуществляется включение отечественных сортов с данными признаками в «Государственный реестр сортов».

Список литературы

1. Ананьева, И.Н. Видовая идентификация, патотипический состав *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и устойчивость картофеля к глободерозу: автореф. дис. … канд. биол. наук: 06.01.11 / И.Н. Ананьева; РУП «Ин-т защиты растений ». – п. Прилуки, Минский р-н, 2005. – 20 с.

2. Бондарь, Л.В. Внутривидовая неоднородность возбудителя рака картофеля / Л.В. Бондарь, М.И. Данченко, Б.С. Толкачев // Ахова раслін. – 1989. – №9. – С. 36–37.

3. Государственный реестр сортов / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В.А. Бейня. – Минск, 2018. – 239 с.

4. Данченко, М.И. Биологические особенности возбудителя рака картофеля в связи с подбором исходных форм при выведении ракоустойчивых сортов картофеля: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: фитопатология и защита растений / М. И. Данченко; БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства. – Самохваловичи, Минская обл., 1978. – 22 с.

5. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ggiskzr.by/images/Karantin/! %20 %D0 %95 %D0 %B4 %D0 %B8 %D0 %BD %D1 %8B %D0 %B9 %20 %D0 %BF %D0 %B5 %D1 %80 %D0 %B5 %D1 %87 %D0 %B5 %D0 %BD %D1 %8C %20 %D0 %BA %D0 %B0 %D1 %80 %D0 %B0 %D0 %BD. %20 %D0 %BE %D0 %B1 %D1 %8A %D0 %B5 %D0 %BA %D1 %82 %D0 %BE %D0 %B2 %20 %D1 %81 %20 %D0 %B8 %D0 %B7 %D0 %BC %D0 %B5 %D0 %BD. %20 %E2 %84 %96 %2025.pdf. – Дата доступа: 10.04.2019.

6. Жукова, М.И. Приоритет устойчивости картофеля к карантинным объектам / М.И. Жукова, Г.М. Середа, И.Г. Волчкевич // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Ин-т защиты растений» (Минск – Прилуки, 17–19 мая 2016 г.). – Минск: Ин-т сист. исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – С. 239–242.

7. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обгрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку / П.О. Мельник. – Чернівці: Прут, 2003. – 282 с.

8. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. / А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2018. – 17 с.

9. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens) и бледной картофельной нематоды (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) / А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 24 с.

10. Методические указания по испытанию картофеля на ракоустойчивость / ВАСХНИЛ: отд. защиты растений: ВИЗР; авт.-сост. Л.П. Салтыкова, В.П. Тарасова. – Ленинград, 1982. – 52 с.

11. Методы оценки сортообразцов картофеля на устойчивость к золотистой картофельной нематоде в лабораторных испытаниях / Е.А. Симаков [и др.]. – М., 2006. – 20 с.

12. Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость к раку и глободерозу на совмещенном и раздельных фонах / БелНИИ защиты растений; авт.-сост. Д.Е. Портянкин, Б.С. Толкачев. – Минск, 2001. – 24 с.

13. Положение о порядке испытания картофеля на устойчивость к возбудителю рака картофеля (патотип I) и золотистой картофельной цистообразующей нематоде (патотип Ro I): утв. М-вом сельского хозяйства РФ 17.03.1993. – М., 1993. – 10 с.

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

IMMUNOLOGICAL EVALUATION OF BELARUSIAN SELECTION POTATO HYBRIDS TO WART DISEASE AND NEMATODE RESISTANCE

Annotation. The evaluation results of Belarusian selection potato hybrids resistance to potato wart disease and golden potato nematode are presented. It is determined that from total inspected variety samples 83,6 % have not been susceptible to potato wart agent *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. and 63,1 % to golden potato nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.

Key words: quarantine objects, potato wart disease, golden potato nematode, resistance, potato, hybrid, selection.

УДК 635.63.044:632.4.01/.08(477)

А.Н. Ткаленко, Е.М. Бальвас-Гремякова,
Институт защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины, г. Киев

МОНИТОРИНГ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ ОГУРЦОВ В ТЕПЛИЦАХ УКРАИНЫ

Рецензент канд. биол. наук Янковская Е.Н.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния экологических факторов на распространение и развитие болезней растений огурцов в теплицах. В результате проведенного фитопатологического мониторинга болезней растений огурцов (*Cucumis sativus* L.) в тепличных агроценозах Украины в 2015-2018 гг. установлено, что в структуре болезней огурцов корневые гнили занимают 39,1 %, альтернариоз – 20,7 % и кладоспориоз – 15,2 %.

Ключевые слова: болезни огурцов, защищенный грунт, фитопатологический мониторинг, корневые гнили.

Введение. В последние годы в Украине интенсивно развивается тепличное овощеводство. По данным Государственной службы статистики Украины за последние десять лет площади закрытого грунта выросли более чем в 2 раза и сегодня занимают почти 6 тыс. га. Посевные площади овощных культур возрастают прямо пропорционально возрастающему спросу на свежую продукцию, особенно в межсезонный период. Главную роль в структуре тепличных агроценозов занимает культура огурцов, как по площадям, так и по валовому урожаю.

Биологические особенности и жизненный цикл возбудителей болезней тесно переплелся с технологией выращивания овощных культур. Режимы в теплицах контролируются, как правило, только в параметрах, необходимых для роста и развития растений. Кроме того, большинство теплиц не оснащены измерительной аппаратурой, которая фиксирует показатели температуры и влажности воздуха круглые сутки, что весьма необходимо для контроля и регуляции благоприятности среды обитания как для растения, так и для микроорганизмов. Так для формирования массового спороношения гриба – возбудителя болезни на пораженном растении необходима повышенная влажность воздуха, а для прорастания спор большинства фитопатогенов необходимо также присутствие капельной влаги. После того, как спора проросла и проникла в ткань растения, влажность воздуха уже не играет важной роли в инфекционном процессе. Температура воздуха влияет на скорость прорастания гриба (от 3 мин до 3 ч) и инкубационный период. Режим

же в целом определяет количество генераций патогена и сплошной инфекционной нагрузки в теплицах. Следует отметить, что возбудители болезней реагируют на изменение факторов среды обитания очень быстро, так как имеют достаточно непродолжительный в сравнении с растениями цикл развития. Грибы являются определенным образом экологическим индикатором, который показывает, что абиотические условия в теплице складываются не должным образом. В результате чего создаются условия для массового развития болезней на растениях.

Поэтому целью наших исследований являлось получение и систематизация данных о комплексе вредных организмов, характерных для разных технологий выращивания огурца путем фитосанитарного мониторинга с освещением главных экологических аспектов, которые оказывают существенное влияние на развитие болезней.

Методика исследований. Исследования проводились в 2014-2018 гг. в тепличных хозяйствах Киевской, Черниговской, Житомирской, Ровенской, Днепропетровской и Херсонской областей в летне-весеннем и осенне-зимнем обороте, которые выращивают растения огурцов по различным технологиям, а также в лаборатории микробиологического метода защиты растений Института защиты растений НААН. Объектом исследований были растения огурца гибридов Кураж F1, Эколь F1, Яни F1, выращенные в условиях закрытого грунта, а также возбудители болезней, выделенные из пораженных корней, листьев и плодов.

Учеты распространения и развития болезней в тепличных агроценозах проводились визуальным методом по общепринятым методикам. Процент и степень фитопатологичного поражения определяли осмотром 10-ти центральных растений в несмежных повторениях в десяти различных участках теплицы. Степень поражения болезнями учитывали, используя универсальные и специфические шкалы учета болезней растений огурцов в закрытом грунте [1, 2].

Метод накопления грибов во влажных камерах использовали для стимуляции роста фитопатогенов. Для этого исследуемые образцы (листья, стебли, плоды, корни) закладывали во влажную камеру на два слоя фильтровальной бумаги, увлажненной стерильной водой и инкубировали в Biological Termostat BT120 при температуре 25 ° С и осуществляли наблюдение на 3, 5, 7, 10-е сутки после посева исследуемого материала [4, 6].

Выделенные виды микромицетов идентифицировали по морфолого-культуральным признакам гриба, пользуясь световым микроскопом Primo Star (* 600). Микрофотосъемку осуществляли с помощью программы AxioVision Rel.

Для определения таксономической принадлежности микромицетов использовали определители Н.М. Пидопличко (1977), М.В. Эллис (1993) [6, 8].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Office Exsel 2010.

Результаты и обсуждение. Фитопатогенный мониторинг посевов огурцов закрытого грунта в течение 2014-2018 годов показал, что среди видового состава возбудителей болезней доминировали патогены грибной этиологии.

Одними из распространенных болезней, вредоносность которых сохраняется в течение всего периода вегетации огурцов в закрытом грунте, являются корневые и прикорневые гнили. Корневые гнили способны развиваться в широком диапазоне температур от 5 до 45 ° С, однако степень развития корневых гнилей в большей степени зависит от влагоемкости субстрата, чем от температуры и влажности воздуха. Так как чем больше воды накапливает субстрат при поливе, тем меньше воздуха остается для процесса дыхания корней, что приводит к растрескиванию корней, корневой шейки и основания стебля. Через открытые слои эпидермиса возбудители попадают в растение и сначала заселяют его как сапротрофы на отмерших тканях, а затем переходят к паразитирование на здоровых тканях.

В наших исследованиях мы фиксировали одинаковое проявление симптомов корневых гнилей независимо от технологии выращивания. Одним из главных внешних признаков поражения корневыми гнилями является увядание растений, которое длится около двух-трех недель, листья желтеют, завязи отмирают, плоды не развиваются. Внешние признаки болезни на наземных органах растений огурцов происходят из-за инфекционных процессов корня, когда питание всего растения осуществляется не в полной мере. Что касается симптомов на корнях, то нами было отмечено побурение, как частично, так и только сосудисто-проводящей системы, мацерацию тканей и полное отмирание главного корня.

После закладки пораженных корней во влажную камеру выделен возбудитель *Fusarium solani f. sp. cucurbitae Math*. На среде Чапека формировал типичный воздушный мицелий белого цвета. При микроскопировании обнаружены макроконидии размером 17,4-29,2 мкм в длину и 4,2-4,47 мкм в ширину и микроконидии размером 7,8-9,2 мкм в длину и 3,14-3,8 мкм в ширину. Все морфолого-культуральные особености выделенного гриба, соответствуют описаниям приведенным в определителях [4].

В наших исследованиях корневые гнили были спровоцированы наличием грибов рода Fusarium как в органах растений, так и в субстрате. В различных тепличных агроценозах из ризосферы и ризопланы растений были выделены еще два вида фитопатогенных грибов – *Fusarium*

oxysporum Sh. и *Fusarium moniliforme Sh.* А в тепличных комбинатах, которые выращивают огурцы по малообъемной технологии, обнаружены еще и грибы *Pythium debaryanum*, что позволяет утверждать, что для корневых гнилей характерно наличие комплекса возбудителей.

При выращивании культуры по традиционной технологии (субстрат почвосмесь) в условиях естественного освещения в период весенне-летнего оборота в различных тепличных хозяйствах распространение корневых гнилей составило 14-20 % при развитии 9,3-10,7 %, тогда как при малообъемной технологии выращивания на субстрате минеральная вата в период осенне-зимнего оборота развитие корневых гнилей составило в среднем 22,1 % при распространении 36,5 %.

Для инфицирования корней огурца грибом *Fusarium oxysporum Sheld,* как отмечалось выше, основополагающим экологическим фактором является влажность субстрата, которая должна составлять 40-70 % от полной влагоемкости [7] и умеренная температура 18-23 ° С.

Грибы рода Pythium поражают в основном подземные органы растений огурца в фазе всходов. Пораженная ткань буреет и загнивает, листья желтеют и отмирают. После образования вторичной коры, которая у большинства растений появятся в фазу двух настоящих листьев (ВВСН 12), устойчивость растений восстанавливается. Оптимальными для патогена является температура воздуха 12-24 °С.

Симптомы поражения альтернариозом зафиксированы во всех технологиях выращивания огурцов. В начале плодоношения на листьях были отмечены сухие некротические пятна различной формы, которые постепенно увеличивались, к концу вегетации при благоприятных условиях вдавленные некротические пятна появлялись и на плодах.

Во время закладки плодов во влажную камеру через 3 дня на них появлялся темно-оливковый, почти черный налет из конидиеносцев и конидий, на агаризованной среде было отмечено образования паутинного мицелия, который имел темно-серую окраску. При микроскопировании наблюдали конидии с 3-10 перегородками типичной булавовидной формы (рисунок 2), которые в разных случаях принадлежали к видам *Alternaria cucumerina* и *Alternaria alternata.*

Развитие альтернариоза на посевах огурцов в закрытом грунте в 2015-2018 годах установлено в пределах 3,2-10,6 %. Частота обнаружения альтернариоза составляла 20,7 %, очаги болезни выявлялись в тепличных хозяйствах Киевской, Днепропетровской и Ровенской областях только в период весенне-летнего оборота. Нами было отмечено существенное повышение уровня развития болезни с 1,2 % до 10,6 % в период повышения среднесуточной температуры в пленочных теплицах с 14,7 °С до 28,2 °С.

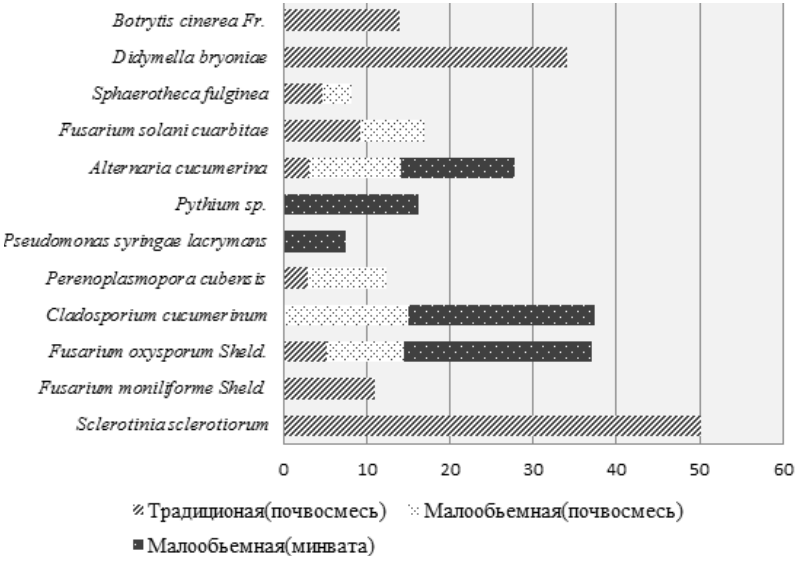


Рисунок 1 - Видовой состав основных возбудителей болезней на растениях огурца в зависимости от технологии выращивания

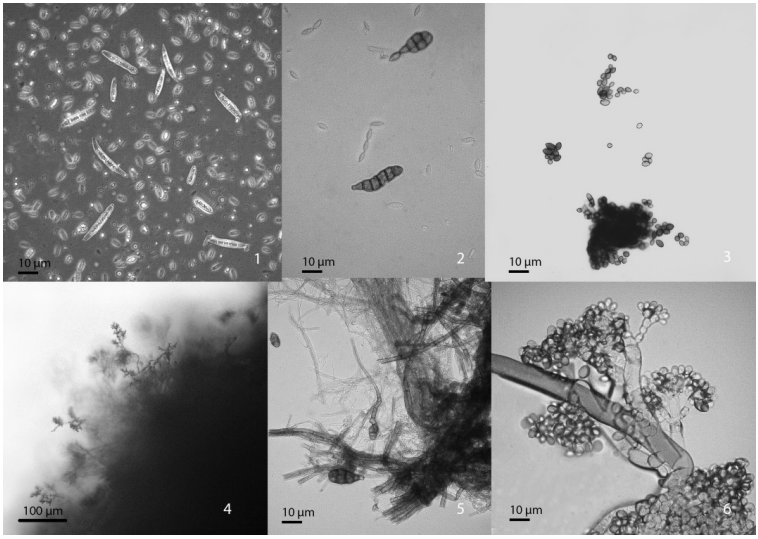


Рисунок 2 – Основные возбудители болезней огурцов (1 - *Fusarium oxysporum* Sh., 2 - *Alternaria cucumerina,* 3, 4 - *Cladosporium cucumerinum,* 5 - *Alternaria alternata,* 6 - *Botrytis cinerea* Fr.) (оригинальные фото)

Стоит отметить, что в последние годы в Украине широкое распространение получил кладоспориоз (*Cladosporium cucumerium* Ellis), развитие которого неблагоприятно сказывается на товарности продукции плоды скручиваются, теряют качественный внешний вид и загнивают при хранении. В наших исследованиях кладоспориоз встречался с частотой 15,4 % и только в стационарных застекленных теплицах (Днепропетровская область) в период осенне-зимнего оборота.

На начальном этапе заражения на плодах появлялись небольшие водянистые пятна (развитие болезни 15 % при распространении 19 %) которые постепенно увеличивались, а при повышение влажности воздуха (90-100 %) и резком уменьшении среднесуточной температуры до 16 °С пятна углублялись, и появлялось серо-оливковое спороношение грибов, плоды деформировались, уровень развития болезни увеличивался до 22,5 % при распространении 53 %.

При микроскопическом исследовании мицелия возбудителя были выявлены конидии *Cladosporium cucumerinum* Ellis, которые имели темную окраску, удлиненно-яйцевидной формы, размером 20-25 х 3-6 мкм (рисунок 2). Конидии гриба могут храниться в субстрате, растительных остатках, а также на конструкциях теплицы, которые при оптимальных условиях 16-18° С и наличии капельной влаги могут служить источником инфекции [3].

Оптимальные параметры для развития *Botrytis cinerea* Fr. находятся в очень узком диапазоне экологических факторов: температура 16-18 °С, влажность воздуха 95-100 %. Поэтому серая гниль встречалась только в пленочных теплицах Киевской области с традиционной технологией выращивания в период весенне-летнего оборота (в 2015 и 2017 годах). Первые симптомы серой гнили появились на плодах в фазу развития 65 по шкале ВВСН в виде небольших некротических пятен, покрытых серым мицеллярным налетом. При микроскопическом исследовании мицелия отмечали характерные разветвленные конидиеносцы размером 300-100 х 6-17,5 мкм, заканчивающиеся древовидными разветвлениями, на которых находятся конидии (рисунок 2) Максимальное развитие болезни 14,0 % при распространении 22,0 %, что не было критическим для растений в конце вегетации.

Ложная мучнистая роса (*Perenoplasmopora cubensis*) встречалась с частотой 15,4 %. Болезнь появлялась в пленочных теплицах в период весенне-летнего оборота в фазу ВВСН 69 на листьях огурцов в виде больших желтых пятен 2-3 см в диаметре по периметру листа. Начальное развитие болезни было 2,7 %. Предпосылкой развития пероноспороза на растениях огурца были резкие суточные колебания температуры,

вследствие чего на листьях образовывалась роса. Доказано, что наличие капельной влаги – необходимый фактор для прорастания конидий *Perenoplasmopora cubensis*. Так, как после выпадения рос симптомы болезни усилились, появилось больше пятен на листьях, которые сливались в единое целое, покрывая почти всю листовую пластину, а в некоторых случаях растения засыхали полностью. Развитие болезни в фазу ВВСН 89 увеличилось и составило 9,4 %.

Белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) в наших исследованиях была диагностирована лишь в 2015 году в тепличном комбинате Киевской области, когда критический период развития растений совпал со снижением среднесуточной температуры в июне до + 14 °С и отсутствием солнечного света в течение 7 дней. В этот период на плодах огурцов образовывался пышный белый мицелий. При микроскопическом исследовании обнаружили шаровидные склероции разного размера от 0,1 до 2 мм в диаметре которые были идентифицированы как склероции возбудителя белой гнили *Sclerotinia sclerotiorum*. Повышенная густота тепличный насаждений и отсутствие автоматической вентиляции привели к значительному распространению и развитию болезни – 73,0 % и 50,1 % соответственно. Кроме того, после появления конденсата на пленочных конструкциях теплиц, отмечали отмирание стеблей в прикорневой зоне, что привело к гибели 12 % растений. Так как поражения растений белой гнилью отмечали в 3-х теплицах тепличного комбината, то нами было сделано предположение, что инфицирование растений белой гнилью произошло из-за отсутствия дезинфекции инструментов при обрезке нижнего яруса листьев. После проведения всех рекомендованных нами профилактических мероприятий, белая гниль в исследуемом тепличном комбинате в последующие годы обнаружена не была.

Мучнистая роса (*Sphacrothera fuliginea*) была обнаружена за все годы исследований только в 2017 году в период летне-осеннего оборота в частной пленочной теплице (Киевская обл.), когда растения под пленкой не были защищены от резкого уменьшения среднесуточной температуры от 21,3 до 9,2 °С, что привело к избыточной влажности, и через 2 дня на верхней части листа появился бело-серый мицелярный налет, но при дальнейшем понижении температуры проявление болезни быстро исчезло. Поэтому развитие составило 4,8 % и растениям не был причинен значительный ущерб.

Возбудитель аскохитоза *Didymella bryoniae*, присутствует в фитоплане растений огурцов в качестве сапротрофов, но способен переходить к паразитированию при воздействии комплекса абиотических и биотических факторов, главными из которых являются высокая влажность

воздуха (95-100 %), температурный оптимум 24-25 °С. Наличие капельной влаги и экссудата растительного сока на листьях в течение 1 часа достаточно для первичного инфицирования. Кроме того, прорастание спор и спороношение гриба может происходить в широком диапазоне температур от 5 до 35 ° С. Этим и обусловлена значительная вредоносность болезни в любую фазу онтогенеза – от рассадного периода до плодоношения. В 2017 году в период весенне-летнего оборота в пленочных теплицах в первой декаде мая среднесуточная температура составила 10,6 °С (ВВСН 62-65), а во второй декаде июня (ВВСН 79) температурный показатель уже составлял 27,8 °С. Именно альянс этих двух факторов (критический период развития и температурный оптимум для возбудителя) вызвал развитие болезни на уровне 34,1 %.

Выводы. В результате проведенного фитопатологического мониторинга выделено и идентифицировано 12 возбудителей болезней огурцов в теплицах Киевской, Черниговской, Житомирской, Ровенской, Днепропетровской и Херсонской областей. Частота встречаемости доминирующих видов фитопатогенов составила: 39,1 % – возбудители корневых гнилей *Fusarium oxisporum Sh., Fusarium moniliforme Sh., Fusarium solani,* 20,7 % – возбудители альтернариоза *Alternaria cucumerina, Alternaria alternata* и 15,2 % – возбудитель кладоспориоза *Cladosporium cucumerinum*

Ключевыми экологическими факторами для развития возбудителей болезней грибной этиологии являются влажность и температура воздуха. Установлено, что большинство фитопатогенов развивались при температуре 15-20 °С и влажности 80-100 %.

Определены развитие и распространение болезней в теплицах, где выращиваются растения огурцов по различным технологиям. Наибольшее развитие корневых и прикорневых гнилей – 22,5 % при распространённости 36,5 % зафиксировано в тепличном хозяйстве с малообъемной технологией выращивания растений огурцов с использованием субстрата минеральная вата; максимальное развитие альтернариоза составило 13,5 % в зимних стеклянных теплицах при малообъемной технологии выращивания, а серая гниль с наибольшим развитием 14,0 % обнаружена только в теплицах с традиционной технологией выращивания.

Все результаты исследований приводят к более широкому осмыслению экологических процессов хозяин (растение) – паразит (возбудитель) в четко контролируемых условиях. Кроме того, современная защита растений предполагает управление популяциями вредных организмов в пределах тепличных агробиоценозов посредством применения оп-

тимальной для конкретных условий системы мер по оптимизации фитосанитарного состояния посевов и сохранения качества урожая.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Омелюта В.П. Облік шкідників і хвороб с.-г. культур / В.П. Омелюта, В.С. Чабан, і ін. – К.: 1986. – 293 с.

3. Ореховская М.В. Болезни огурца / М.В.Ореховская // Защита и карантин растений. – № 6. –1987 г. – С.36-37.

4. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: определитель: в 3-х т. / Н.М.Пидопличко. – Киев: Наук. Думка. – 1971. –Т.1. –295 с.; –1977. – Т.2. –299с.; –1978. –Т.3. – 230 с.

5. Рудаков О.Л.. Пособие по фитопатологии для закрытого грунта. / О.Л. Рудаков, К.Н. Олейник, В.О. Рудаков – М.: Агроконаст, –2001. – 142с.

6. Методы экспериментальной микологии: справочник / под ред. В.И. Билай. –Киев: Наукова думка. – 1982. – 550 с.

7. D.J. Cantliffe. New vegetable crops for greenhouses in the Southeastern Unitad States. Cantliffe D.J., N.I. Shaw, E. Jovicich // Protected cultivation, publication supported by Can. Int. Dev. Agency. – 2002. P. - 483-496.

8. Ellis B. Dematiaceous Hyphomycetes. – CAB International – 1993. – 608 p.

A.N. Tkalenko, E.M. Balvas-Hremiakova
Institute of plant protection NAAN of Ukraine, Kiev

MONITORING OF CUCUMBER PLANT DISEASES IN THE GREENHOUSES OF UKRAINE

Annotation*:* The article presents the results of studies on the influence of environmental factors on spread and development of cucumber plant diseases in greenhouses. As a result of the phytopathological monitoring of cucumber plant diseases (*Cucumis sativus* L.) in the greenhouse agrocenoses of Ukraine in 2015-2018 it has been determined that in the structure of cucumber diseases root rot takes 39.1 %, alternaria blight of seedlings - 20.7 % and cladosporiosis - 15.2 %.

Key words: cucumber diseases, greenhouses, phytomonitoring, root rots.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 633.1«324»:632.758.12

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

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ПЬЯВИЦ

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

Аннотация. В 2012–2018 гг. уточнен видовой состав пьявиц в агроценозах озимых зерновых культур, определены экологические и биологические особенности доминантных видов, выявлена сезонная динамика их численности и вредоносность. Приведена оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицидов из разных химических классов.

Установлено, что из группы озимых зерновых культур вредитель наиболее многочисленен и вредоносен в посевах тритикале. Все исследуемые сорта озимых культур отечественной и иностранной селекции заселяются и повреждаются личинками фитофага. Биологическая эффективность инсектицидов из группы синтетических пиретроидов и неоникотиноидов составила 76,8-100 %, что позволило сохранить 0,6–10,6 % урожая зерна озимых зерновых культур.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры: тритикале, пшеница, ячмень, рожь, пьявицы красногрудая и синяя, биологические особенности, динамика численности, экономические пороги вредоносности, вредоносность, эффективность.

Введение. В Республике Беларусь основными культурами в зерновом комплексе являются: пшеница, тритикале и ячмень, под которыми в структуре посевных площадей занято около 45,5 % пахотных земель, в том числе 21,1 % – озимые формы. К числу наиболее распространенных фитофагов данных культур относятся пьявицы, которым уделяется достаточно внимания учеными [1, 2, 3, 4]. Нарастание численности и вредоносности этого насекомого наблюдается во всей Европейской части бывшего СССР, на Северном Кавказе, в Средней Азии, Сибири, Казахстане, Германии, Франции, Швеции и Польше.

В Беларуси в 60-е годы исследователи относили пьявиц к обычным вредителям умеренного хозяйственного значения. При учетах в посевах

озимых зерновых культур насекомые составляли 0,4–2,2 % от общей численности листогрызущих видов. В начале 80-х годов началось резкое нарастание их численности в Гомельской и Брестской областях и отдельных районах Могилевской области, сформировались очаги массового развития вредителей на отдельных посевах ячменя ярового и овса. В 1980–1998 годы личинки пьявиц не имели экономического значения в посевах озимых зерновых культур. В последние 20 лет отмечено постепенное нарастание численности и вредоносности пьявиц на территории республики в посевах тритикале озимого и пшеницы.

По данным маршрутных обследований и стационарных наблюдений в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений», в агроценозах в последние годы отмечено массовое развитие двух видов пьявиц рода Oulema: синяя (*O. gallaeciana* Heyd. = (*O. lichenis* Voet.)) и красногрудая (O. melanopus L.) [1]. Для условий Беларуси И.К. Лопатиным и О.Л. Нестеровой по имаго вредителя в агроценозах Центральной агроклиматической зоны республики отмечены и другие виды пьявиц – пьявица Эриксона (*O. erichsoni* Suffr.) и вид-двойник пьявицы красногрудой – *O. duftschmidi* Rdt. Виды-двойники *O. melanopus* L. и *O. duftschmidi* Rdt. являются синтопическими с очень близкими трофическими связями и биологией [5]. Следует отметить, что численность и вредоносность пьявиц изменяются по годам. Сложившиеся погодные условия мая – июня 2012 г., 2016–2018 гг. благоприятствовали развитию и размножению пьявиц в посевах озимых зерновых культур. Во влажные холодные годы, как это наблюдалось в 2013–2015 гг., растения мало пострадали от вредителей, их вредоносность была невелика.

С целью ограничения численности пьявиц в посевах озимых зерновых культур и расширения ассортимента препаратов необходимо провести исследования в полевых условиях по оценке эффективности синтетических пиретроидов, инсектицидов системного и комбинированного действия.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования по уточнению видового состава пьявиц в агроценозах озимых зерновых культур, экологических и биологических особенностей доминантных видов, сезонной динамики их численности и вредоносности проводились в 2012–2018 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», путем маршрутных обследований посевов зерновых в научных селекционных учреждениях и сортоиспытательных станциях и участках, в хозяйствах, расположенных в разных агроклиматических зонах республики.

Учеты вредных объектов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов,

родентицидов, феромонов в сельском хозяйстве» [6]. В исследованиях использовались методы, принятые в энтомологии: почвенные раскопки, кошение энтомологическим сачком, наложение учетной рамки и др. Для определения степени повреждения (степени «объедания») листьев для листогрызущих вредителей использовали сокращенную шкалу, разработанную П.Г. Чесноковым (1956) где:

0 – не поврежденные растения;

балл I – следы повреждений – потеря менее 5 % листовой поверхности;

балл II – слабая поврежденность – потеря от 5 до 25 %;

балл III – средняя поврежденность – потеря от 25 до 50 %;

балл IV – сильная поврежденность – потеря от 50 до 75 %;

балл V – очень сильная поврежденность – потеря от 75 до 100 % листовой поверхности [7].

Результаты и их обсуждение. Изменение климата в сторону потепления, ослабление организационно-хозяйственных мероприятий и нарушение агротехники возделывания зерновых культур Беларуси привело к увеличению численности и вредоносности пьявиц: ежегодно они заселяют до 100 % обследуемых площадей и повреждают от 18,0 до 28,2 % листьев колосовых зерновых культур. Высокая вредоносность отмечена в сформировавшихся очагах, что связано с биологическими и экологическими их особенностями. Основные очаги высокой численности вредителей отмечены в посевах Гомельской, Брестской, Минской и в отдельных районах Могилевской и Гродненской областей, где поврежденность зерновых в годы массового их развития составляла до 70 % с интенсивностью повреждения (особенно флаг-листа) до 4 баллов.

По литературным данным, ареал пьявицы красногрудой и очаги ее высокой численности сформировались в агроценозах зерновых культур, возделываемых на легких почвах южных областей и расширяется в районы Северной агроклиматической зоны Беларуси. Пьявица синяя получила наибольшее распространение в посевах Центральной и Северной зон на дерново-подзолистых и суглинистых почвах [8].

По результатам наших исследований, в 2012–2015 гг. наибольшее развитие имела пьявица синяя, из фонового вида стала доминирующей – 70,4 % от общей численности, в 2016–2018 гг. преобладала пьявица красногрудая (68,5 %) (таблица 1).

Регулирующим фактором выживаемости имаго вредителей является температура почвы в зимний период. По имеющимся в литературе сведениям, красногрудая пьявица зимует в самых разнообразных местах [4]. Жуки, не выходя из почвы, остаются на тех полях, где питались

личинки, и там, где питались сами имаго перед уходом на зимовку. Значительная часть насекомых на зиму сосредотачивается в подстилке (в лесах, лесополосах, садово-кустарниковых насаждениях), в трещинах и под корой деревьев, в растительном опаде на межах, в оврагах и т.д. Следует отметить, что температурный режим в Беларуси в период зимовки обычно благоприятен для выживания фитофагов, который на глубине 1–3 см колеблется от +1 до -8 °С.

Таблица 1 – Встречаемость пьявиц в агроценозах озимых зерновых культур (полевые опыты РУП «Институт защиты растений»)

Вид пьявицы	Встречаемость пьявиц, %	Максимальная численность жуков, ос./100 взмахов сачком							
		тритикале	доля, %	пшеница	доля, %	ячмень	доля, %	рожь	доля, %
2012 г.									
Синяя	91,4	62	83,8	43	95,6	70	97,2	8	88,9
Красногрудая	8,6	12	16,2	2	4,4	2	2,8	1	11,1
Всего:		74		45		72		9	
2013 г.									
Синяя	63,7	12	70,6	8	50,0	4	66,7	54	67,5
Красногрудая	36,3	5	29,4	8	50,0	2	33,3	26	32,5
Всего:		17		16		6		80	
2014 г.									
Синяя	62,3	27	71,1	8	57,1	20	62,5	14	58,3
Красногрудая	37,7	11	28,9	6	42,9	12	38,5	10	41,7
Всего:		38		14		32		24	
2015 г.									
Синяя	64,2	5	83,3	7	77,8	9	90,0	1	5,6
Красногрудая	35,8	1	16,7	2	22,2	1	10,0	17	94,4
Всего:		6		9		10		18	
2016 г.									
Синяя	37,2	19	26,8	34	49,3	9	22,5	3	50,0
Красногрудая	62,8	52	73,2	35	50,7	31	77,5	3	50,0
Всего:		71		69		40		6	
2017 г.									
Синяя	49,6	21	40,4	14	41,2	24	40,7	16	76,2
Красногрудая	50,4	31	59,6	20	58,8	35	59,3	5	23,8
Всего:		52		34		59		21	
2018 г.									
Синяя	7,7	3	1,8	4	10,0	3	4,6	19	14,5
Красногрудая	92,3	167	98,2	36	90,0	63	95,4	112	85,5
Всего:		170		40		66		131	

Сроки весенней активизации жуков различны и зависят от стаций. Раньше всего имаго появляются на хорошо прогреваемых местах. Жуки оживают при температуре +7,5–9 °С. Вначале они питаются на дикорастущих злаках – еже сборной, пырее ползучем, костреце безостом. Затем при повышении суточной температуры до +10–11 °С начинают перелетать на посевы. Календарные сроки заселения зерновых культур различны в разные годы. Так, на опытном поле жуки могут появляться на посевах и в III-й декаде апреля, и во II-й декаде мая. В 2012 и 2014 гг. появление имаго пришлось на III-ю декаду апреля – I-ю декаду мая (в связи с повышением температуры воздуха до +23 °С), в 2013 г. – на II-ю декаду мая (в связи с низкой температурой воздуха до +12°С), в 2016–2017 гг. – на I-ю – II-ю декаду мая, в 2018 г. – III-ю декаду апреля – I-ю декаду мая. Жуки заселяли посевы зерновых культур в Южной агроклиматической зоне в III-й декаде апреля, в Центральной и Северной – в I-й декаде мая.

При наличии всходов яровых культур, озимые и яровые зерновые заселяются одновременно; при их отсутствии жуки вначале концентрируются на озимых, а потом частично мигрируют на яровые. При выборе культуры большое влияние оказывают видовые и сортовые особенности растений, погодные условия, микроклимат посевов. В зависимости от погоды перелет жуков на посевы и дальнейшее расселение могут растянуться на 1–2 месяца, а массовый перелет – на 10–20 дней. Так, в 2012 г. он составил 36 дней, в 2013 г. – 12 дней, в 2014 г. – 30 дней, в 2015–2017 гг. – 20 дней, в 2018 г. – 25 дней. Заселение озимых культур имаго обычно совпадает с фазой конец кущения – трубкования – флаг-лист, на ячмене озимом – до фазы колошения – цветения. Жуки распределяются по посевам неравномерно, очагами. Их образование зависит от микроклимата участков и вызвано необходимостью многократного спаривания насекомых. После заселения посевов начинается половое созревание имаго, продолжающееся 1–2 недели и во многом зависящее от температуры воздуха в этот период.

Следует отметить, что численность популяции пьявиц зависит от возделываемой культуры (рисунок 1). Например, в 2016 г. в зависимости от фазы развития растений выкашивалось в посевах тритикале 38–71 жуков/100 взм. сачком, в посевах пшеницы – 45–69, ячменя – 29–40, ржи – 2–6 ос./100 взмахов сачком; в 2017 г. – 28–52, 33–34, 7–59, 4–21, соответственно; в 2018 г. – 143–170 жуков/100 взмахов сачком в посевах тритикале, 112–131 – ржи, 54–66 – ячменя, 36–40 имаго – в посевах пшеницы (ЭПВ – 40–50 жуков/м^2).

Максимальная численность пьявиц, согласно результатам наших исследований, наблюдалась в фазе конец кущения – стадии 2-го узла в 2012 г., 2016–2018 гг.

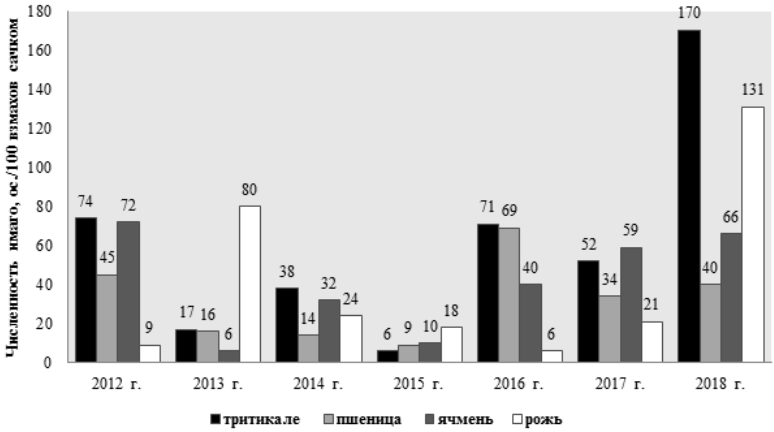


Рисунок 1 – Численность пьявиц в агроценозах озимых зерновых культур в фазе кущения (опытное поле РУП «Институт защиты растений»)

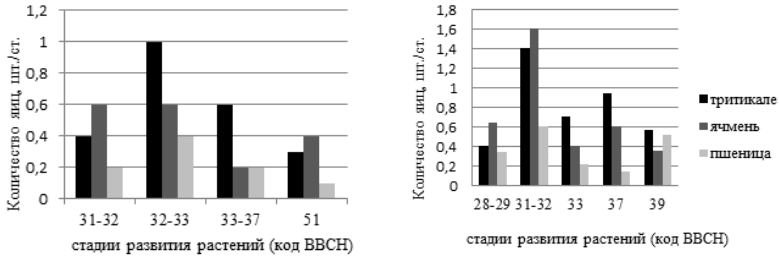
Поврежденность листьев жуками может варьировать по годам, но в целом она слабая и на всех озимых культурах примерно одинаковая – от 18,0 до 28,2 %, лишь в 2018 г. отмечено 80,6 % поврежденных листьев тритикале озимого. Жуки питаются, преимущественно, на посевах тритикале и ячменя озимого, где самки откладывают яиц больше, чем на озимой пшенице и ржи.

Самки откладывают яйца преимущественно при солнечной погоде на все листья растений, чаще всего на их верхнюю сторону вдоль жилки, от 1 до 4 яиц в одной кладке. Период яйцекладки у перезимовавших жуков растянут и продолжался в зависимости от метеоусловий и возделываемой культуры около одного месяца (май месяц и I-я–II-я декады июня) (таблица 2). Наиболее интенсивно самки откладывали яйца через 1–2 недели после начала их созревания. Яйца янтарно-желтые, цилиндрические, длиной 0,8–1 мм (рисунок 2).

Плодовитость самок зависит от спаривания, температуры воздуха, условий питания и составляет 225–310 яиц, но при более низкой температуре (до +16 °С) она снижается до 32 штук [4]. Оптимальная температура для их развития – +23–25 °С, относительная влажность – 60–70 %. Высокая гибель яиц отмечается при постоянной температуре ниже +13 °С и выше +34 °С и относительной влажности воздуха – от 45 % и ниже. В целом, при неблагоприятных погодных условиях на нижних листьях погибает до 85 % яиц вредителя.

Рисунок 2 – Яйца пьявицы

Интенсивная яйцекладка (0,6–1,6 яиц/стебель) в агроценозах озимых зерновых культур отмечена в фазе трубкования, что по срокам совпадает со второй половиной мая (рисунок 3). Эмбриональный период длится 5–7 дней при температуре воздуха + 16-23 °С. На озимых тритикале, ячмене и пшенице равное количество яиц располагалось на втором и третьем листьях, считая сверху.



2012 г. 2018 г.

Рисунок 3 – Динамика откладки яиц пьявиц в онтогенезе озимых зерновых культур (опытное поле, РУП «Институт защиты растений»)

Отродившаяся личинка пьявицы желтоватая с черными головой и ногами, но вскоре покрывается беловато-мучной слизью, а потом к слизи примешиваются экскременты, и насекомое становится грязно-белым. Длина только что отродившейся личинки около 1 мм, через 4–5 дней после первой линьки – 1,5–1,7 мм, после второй 2,2–2,3 мм, после третьей – 2,8–3,0 мм, а к концу развития – 4,5–5,5 мм. По литературным данным, в целом личиночный цикл при оптимальной температуре (+23–30 °С) и относительной влажности (60–70 %) обычно

продолжается 14–17 дней, а при прохладной погоде – до одного месяца [9]. В условиях 2018 г. на опытном поле развитие личинок составило 16–30 дней в зависимости от культуры (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Продолжительность стадий развития пьявиц в посевах озимых зерновых культур (опытное поле, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Стадия развития вредителя	Продолжительность стадий развития пьявиц на озимых зерновых культурах, дни			
	тритикале	пшеница	ячмень	рожь
Расселение жуков (перезимовавшие особи)	20	20	20	6
Яйцо	23	22	23	28
Личинки I–IV возраста	25	18	30	16
Куколка	23	23	18	20
Развитие одного поколения	71	63	71	67

Таблица 3 – Продолжительность стадий развития пьявиц в посевах тритикале озимого (опытное поле, РУП «Институт защиты растений»)

Стадия развития вредителя	Продолжительность развития по годам, дни			Среднее за 2016–2018 гг.
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Расселение жуков (перезимовавшие особи)	31	22	20	24
Яйцо	23	29	23	25
Развитие личинок I–IV возраста	22	15	25	21
Куколка	23	19	23	21
Развитие одного поколения	68	63	71	67

Сроки отрождения личинок прогнозируют с учетом начала и массовой откладки яиц и погодных условий. Существенное негативное действие на выживаемость личинок оказывает жаркая и сухая погода, когда среднесуточная температура воздуха превышает +25 °С, а влажность воздуха в дневные часы при температуре +30-35 °С снижается до 20 %. В таких условиях неспособные мигрировать личинки младших возрастов гибнут. Засуха ускоряет развитие листьев и делает их непригодными для питания личинок старших возрастов.

Отрождение личинок из яиц фенологически совпадает с началом стадии 3-го узла культур и происходит при влажности воздуха 40–60 % и установлении среднесуточной температуры воздуха +17–19 °С.

В 2016–2017 гг. массовое развитие личинок отмечено в I-й декаде июня в стадии начало колошения озимых зерновых культур со средней численностью 0,8–1,1 ос./стебель, в 2018 г. – в III-й декаде мая в фазе флаг-листа тритикале и пшеницы и на несколько опережающей эти культуры в развитии ячменя озимого это имело место в фазе колошения – цветения с плотностью 0,4–1,6 ос./стебель. Основной вред

растениям наносят личинки, в результате длительного и постоянного питания с фазы трубкования до молочной спелости, личинки питаются на листьях разных ярусов, но основные повреждения наносят флаговому, второму, третьему сверху листьям. На тритикале и пшенице большая часть личинок располагалась на подфлаговом листе (60,0 %), на ячмене – на подфлаговом и на втором сверху листе (38,0 и 40,2 %). Личинок пьявиц (в основном IV возраста) все еще можно было обнаружить и в фазе образования зерна в I-й декаде июля. По результатам учетов выявлено, что в большей степени были повреждены флаговый и подфлаговый листы. Это косвенно подтверждает способность личинок перемещаться по растению в поисках наиболее пригодных для питания листьев. Больше всего личинками пьявиц повреждались озимые культуры в 2012 г. и в 2018 г. Период вредоносности пьявиц в среднем длится 21 день.

Фенология и динамика численности пьявиц в 2018 г. представлена на посеве тритикале озимого в таблице 4.

Таблица 4 – Фенология и динамика численности пьявиц в посевах тритикале озимого (опытное поле, РУП «Институт защиты растений», сорт Динаро, 2018 г.)

Дата	Стадии развития растений	Фенофаза вредителя	Численность вредителя, ед. учета
02.05.	Конец кущения (ВВСН 29-30)	Выход взрослых особей из мест зимовки в массе	170 ос./100 взм. сачком
		Начало яйцекладки	0,4 ос./стебель
07.05.	Стадия 1-го узла (ВВСН 31)	Имаго	143 ос./100 взм. сачком
		Массовая откладка яиц	1,4 ос./стебель
14.05.	Стадия 2-го узла (ВВСН 32)	Имаго	40 ос./100 взм. сачком
21.05.	Появление флагового листа (ВВСН 37)	Имаго	27 ос./100 взм. сачком
		Массовое отрождение личинок	1,21-1,52 ос./стебель
14.05.–21.05.	ВВСН 32-37	Яйца	0,7-0,94 ос./стебель
24.05.	Флаг-лист (ВВСН 39)	Конец откладки яиц	0,57 ос./стебель
28.05.	Появление первых остей (ВВСН 49)	Личинки	1,2 ос./стебель
31.05.	Начало появления соцветия (ВВСН 51)	Личинки	1,0 ос./стебель
07.06.	Полное появление соцветия (ВВСН 59)	Личинки	0,95 ос./стебель
14.06.	Цветение (ВВСН 61–69)	Начало окукливания	0,7 ос./стебель
19.06.	Ранняя молочная спелость (ВВСН 73)	Куколки	0,7 ос./стебель
06.07.	Ранняя восковая спелость (ВВСН 83)	Взрослые особи	72 ос./100 взмахов сачком

Окукливание личинок синей пьявицы, отмечалось в фазе налива зерна озимых культур, спустя приблизительно 20 дней после их появления. Этого срока оказалось вполне достаточно для полного прохождения личиночной стадии развития всех четырех возрастов. Первые куколки этого вида на опытном поле обнаружены во II-й декаде июня и можно было увидеть на растениях и в фазе ранней молочной спелости (таблица 4). Закончив развитие, личинки пьявицы красногрудой сбрасывают слизистый покров и уходят в почву на глубину 2–5 см, делает там колыбельку из частичек почвы и окукливаются. Куколка красно-коричневая со слабым блеском, длиной 3–5 мм. По литературным данным, в зависимости от температуры, стадия куколки продолжается 10–14 дней. По результатам наших исследований, стадия куколки вредителя в посевах тритикале и пшеницы длится 21–23 дня, ячменя – 18, ржи – 20 дней (таблицы 2, 3). В условиях Беларуси все виды пьявиц развиваются в одной генерации.

Для уточнения сроков окукливания и появления имаго нового поколения на посевах проводят регулярные учеты. По численности имаго судят о степени угрозы пьявицы в следующем году. В период ранней восковой спелости в июле месяце на озимых зерновых культурах в 2018 г. имаго пьявиц снова попадались в кошения. При этом наравне с синей пьявицей, которая окукливается на растении, встречалась и красногрудая: на ячмене озимом – 3 (синяя):97 (красногрудая) ос./100 взмахов сачком, тритикале озимом – 4:64, пшенице озимой – 0:10 ос./100 взмахов сачком. Этот факт указывает на то, что не вся популяция красногрудой пьявицы остается на зимовку в почве, определенная часть выходит на поверхность и проводит зимний период в лесополосах, там же, где и синяя [10].

Метеорологические условия 2018 г. были исключительно благоприятными для развития пьявиц на всех озимых зерновых культурах, поэтому жуков на зимовку ушло больше, чем в предыдущем году. В 2019 г. наблюдалась высокая вредоносность пьявиц в посевах озимых: пшеницы, тритикале и ячменя. Численность имаго пьявиц в фазе кущения – стадии 1-го узла в посевах тритикале на опытном поле РУП «Институт защиты растений» составила 247 жуков/100 взмахов сачком, 132 – ячменя, 126 имаго – пшеницы, 24 ос./100 взмахов сачком – в посевах ржи. Массовое развитие личинок отмечено в I-й декаде июня в стадии начало колошения озимых зерновых культур со средней численностью 1,1–2,9 ос./стебель.

Для сезонного прогнозирования развития пьявицы используются следующие агроклиматические показатели [3]:

Агроклиматические показатели	Оптимальные значения	2012 г.	2018 г.
Сумма температур выше 10 °С за май – июнь	450–600 °	237 °	399,4 °
Среднесуточная температура в период откладки яиц за май месяц	11–13 °	13,8 °	16,5 °
Среднесуточная температура в период развития личинок (с 23 мая по 15 июня)	13–17 °	16,1 °	17,4 °
Количество осадков в период откладки яиц	60 мм	41 мм	39,8 мм
Количество осадков в период развития личинок	50 мм	116 мм	60,2 мм
Средняя относительная влажность воздуха в период развития яиц и личинок	60–70 %	63,0 %	62,1 %
Максимальная относительная влажность воздуха	не ниже 45 %	78,0 %	74,2 %
ГТК в период развития яиц и личинок	0,8–1,1	5,7	2,5

Сравнивая эти показатели с фактическими, оценивают степень благоприятности погодных условий для размножения пьявицы, прогнозируют возможные изменения численности вредителя по периодам развития.

Основные методы борьбы с данным вредителем – проведение агротехнических мероприятий и использование химических средств защиты растений. Оценка предпочитаемости пьявицами сортов озимых зерновых культур показала, что все сорта отечественной и иностранной селекции заселялись и были повреждены вредителями. Однако отмечена разница по привлекательности того или иного сорта, что связано с различным биохимическим составом растений и морфологическими особенностями, что подтверждается различной степенью их заселенности. Существенную гибель личинок вызывают сильная опушенность листьев, отсутствие воскового налета, густое жилкование листьев. Ухудшение условий питания возможно на скороспелых сортах и культурах.

Установлено, что в стадии 3-го узла – колошение позднеспелый сорт пшеницы озимой Сюіта (0,44–0,84 ос./стебель) в большей степени заселялся фитофагами по сравнению с среднеранним сортом Капылянка (0,2–0,6 ос./стебель). В 2014 г. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в стадии флаг-лист на отечественных сортах пшеницы озимой (Уздым, Легенда, Элегия, Сюіта и Канвеер) численность пьявиц составила от 0,3 до 0,5 ос./стебель; в стадии цветения – от 0,4 до 0,64 ос./стебель на всех исследуемых сортах, в фазе образование зерен количество вредителей резко снизилось – 0,02–0,2 ос./стебель. В полевых опытах КСУП «Э/б «Натальевск»» Червенского р-на при оценке различных сортов озимой пшеницы (Узлет, Уздым, Ядвіся, Ода, Элегия, Сюіта) на заселенность растений пьявицами выявлено, что

все сорта были заселены вредителями, наибольшая их численность установлена на сортах Элегия и Уздым – 0,6 ос./стебель, меньшая – на сортах Ядвіся, Ода и Узлет (0,14–0,2 ос./стебель). Из исследуемых 10 сортов пшеницы озимой в стадии флаг-лист на ГСХУ «Молодечненская сортоиспытательная станция» высокая заселенность растений пьявицами выявлена на сортах Набат (0,8 ос./стебель), Капылянка (0,4 ос./стебель), Перамога (0,32), Мроя (0,3), Элегия и Гирлянда (0,24 ос./стебель). На сортах Караван, Каларыт, Балада и Ядвіся отмечена низкая численность личинок – от 0,04 до 0,02 ос./стебель. На сортах ячменя озимого Кампан, Лестер и Современник, заселенность стеблей пьявицами достигала 28,0 % при численности личинок до 0,9 ос./стебель [1].

С целью определения целесообразности применения химических мероприятий от личинок пьявиц на озимых зерновых культурах нами по многолетним данным разработаны экономические пороги вредоносности вредителя с учетом затрат на химическую обработку и закупочной цены зерна:

0,8–1,2 ос./стебель в посевах тритикале,

0,6–0,9 ос./стебель – пшеницы,

0,5–0,7 ос./стебель – ячменя,

1,2–1,5 ос./стебель – в посевах ржи [8].

Учет личинок проводят через 2–3 недели после начала откладки яиц, следя за ходом накопления суммы эффективной температуры выше + 13 °С до 60–70 %. В первую очередь обследуют те посевы, где отмечалась повышенная численность жуков. Для этого в 20 местах каждого поля осматривают по 10 растений. Основное внимание при преобладании личинок I–II-го возрастов обращают на нижние листья, а III–IV-го возрастов – на верхние.

Если численность вредителей выше пороговой только по краям поля, проводят краевые обработки, а если на всем поле – сплошные. Химические обработки по защите зерновых злаков наиболее результативны, если они проводятся против личинок II–III-го возраста. При решении вопроса о целесообразности использования инсектицидов на том или ином поле необходимо считаться с окупаемостью затрат на химобработку, особенно при очаговом характере посевов пьявицами.

Из разрешенных к применению на озимых зерновых культурах инсектицидов с учетом их эффективности, экологичности и безопасности против пьявиц при достижении их ЭПВ рекомендованы препараты, зарегистрированные в «Государственном реестре средств защиты растений…». Современный ассортимент инсектицидов для защиты озимых зерновых культур от вредителя включает 24 препарата, среди них ключевыми являются синтетические пиретроиды (50,0 % от численности

всех инсектицидов), препараты системного действия составляют 29,1 %, системно-контактного действия – 16,7 %, контактно-системного – 4,2 %.

Таблица 5 – Эффективность инсектицидов разного механизма действия в посевах озимых зерновых культур против пьявиц (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант опыта	Биологическая эффективность, %			Сохраненный урожай зерна, %		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Тритикале озимое						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,95–1,1	0,6–0,7	1,0–1,2	–	–	–
Однокомпонентные препараты контактного действия	81,1–92,7	83,0–94,0	95,0–97,0	8,9	0,6–1,2	3,4–5,7
Однокомпонентные препараты системного действия	76,8–92,7	93,0–93,3	92,5–96,0	6,8	1,5–1,8	3,2–6,7
Двухкомпонентные препараты контактно-системного действия	93,7–96,4	96,0–98,5	97,5–99,0	10,6	1,6–2,4	4,6–7,6
Двухкомпонентные препараты системно-контактного действия	–	94,0–96,0	92,2–94,4	–	1,6–2,2	2,9–4,9
ЭПВ 0,8–1,2 ос./стебель						
Пшеница озимая						
Численность вредителя до обработки, ос./стебель	0,6–0,8	0,9–1,0	0,7–0,8	–	–	–
Однокомпонентные препараты контактного действия	82,9–97,6	–	93,6	5,2–5,7	–	5,7
Двухкомпонентные препараты контактно–системного действия	86,4–96,2	88,8–95,0	86,7–100	2,0–2,6	1,7–2,2	1,3–3,1
Двухкомпонентные препараты системно–контактного действия	–	94,0–100	88,0–96,3	–	2,3	1,9–4,9
ЭПВ 0,6–0,9 ос./стебель						

Для определения вредоносности насекомых-фитофагов и расширения ассортимента инсектицидов в период вегетации 2016–2018 гг. проведены специальные полевые опыты в РУП «Институт защиты растений» на посевах озимых зерновых культур. В посевах тритикале и пшеницы озимой оценена эффективность препаратов с разным механизмом действия (контактный, системный, контактно-системный) и разными действующими веществами по снижению численности вредителя и данные по эффективности средств защиты представлены в таблице 5. В условиях полевых опытов наиболее эффективными были двухкомпонентные препараты контактно-системного действия, которые снижали

численность пьявиц в посевах тритикале озимого на 93,7–99,0 %, пшеницы озимой – на 86,4–100 %. Против личинок пьявиц I-го и II-го возраста высокую эффективность проявили также пиретроидные инсектициды 81,1–97,6 %, препаратами системного действия – 76,8–96,0 % и комбинированные инсектициды – 86,4–100 %. Следует отметить, что при численности фитофагов, близкой к пороговой, достаточно применять инсектициды с минимальными рекомендованными нормами расхода, при пороговой и превышении ее в 2–3 раза – увеличивать до максимальной [11].

Высокая биологическая эффективность инсектицидов с различными механизмами действия и продолжительный защитный период препаратов против комплекса вредителей позволили сохранить урожай зерна тритикале озимого в годы исследований от 0,6 до 10,6 %, пшеницы озимой – 1,3–5,7 % (таблица 5).

Выводы. В годы исследований из пьявиц в посевах озимых зерновых культур нами отмечены красногрудая и синяя. При этом в 2012–2015 гг. преобладала пьявица синяя – 70,4 % от общей численности, в 2016–2018 гг. – красногрудая – 68,5 %. Из группы озимых зерновых культур фитофаги наиболее массово заселяли и повреждали растения тритикале.

В условиях Беларуси все виды пьявиц развиваются в одном поколении. Продолжительность развития одной генерации в зависимости от метеоусловий и возделываемой культуры длится в среднем 63–71 дней, период вредоносности личинок пьявиц – 21 день. Оптимальными условиями для развития яиц и личинок фитофагов является температура воздуха +23...25 °С и относительная влажность 60-70 %. Массовое появление личинок совпадает с фазой флаг-лист – колошения культур. На тритикале и пшенице большая часть личинок располагается на подфлаговом листе (60,0 %), на ячмене – на подфлаговом и на втором сверху листе (38,0 и 40,2 %).

Оценка предпочитаемости пьявицами сортов озимых зерновых культур показала, что все сорта отечественной и иностранной селекции заселялись и были повреждены вредителями.

В условиях полевых опытов эффективными были препараты контактно-системного действия, которые снижали численность пьявиц в посевах тритикале озимого на 93,7–99,0 %, пшеницы озимой – на 86,4–100 %. Сохраненный урожай зерна тритикале озимого составил от 0,6 до 10,6 %, пшеницы озимой – 1,3–5,7 %.

Список литературы

1. Бойко, С.В. Пьявицы p. Oulema в агроценозах зерновых культур Беларуси / С.В. Бойко, О.Ф. Слабожанкина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 2. – С. 76–81.

2. Бойко, С.В. Пьявицы в агроценозах озимых зерновых культур Беларуси / С.В. Бойко // IX з'їзд Українського ентомологічного товариства: тези доп., Харків, 20-23 серпня 2018 р. / Укр. ентомол. товариство; за заг. ред. В.Л. Мєшкової. – Харків, 2018. – С.21–22.

3. Володичев, М.А. Пьявица: прогнозирование и организация борьбы / М.А. Володичев // Защита растений. – 1990. – № 4. – С. 16–18.

4. Володичев, М.А. Красногрудая пьявица / М.А. Володичев // Защита растений. – 1989. –№ 3. – С. 14–16.

5. Нестерова, О.Л. Виды-двойники в фауне листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Восточной Европы и северной Азии / О.Л. Нестерова, И.К. Лопатин / Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. биол. геогр. – 2002. – № 2. – С. 39–42.

6. 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.

7. Чесноков, П.Г. Устойчивость зерновых культур к насекомым / П.Г. Чесноков. – М.: Сов. наука, 1956. – 306 с.

8. Трепашко, Л.И. Вредители озимых зерновых культур / Л.И. Трепашко, С.В. Бойко // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 4: приложение. – С. 26–37.

9. Савотиков, Ю.Ф. Биология и вредоносность пьявицы на Кубани / Ю.Ф. Савотиков // Защита растений. – 1973. – № 3. – С. 22–24.

10. Шпанев, А.М. Пьявица на озимых зерновых культурах в условиях юго–востока ЦЧЗ / А.М. Шпанев // Вестник защиты растений. – 2009. – № 1. –С. 35–40.

11. 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.). – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 153–155.

S.V. Boiko

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

BIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF WINTER GRAIN CROPS PROTECTIVE MEASURES AGAINST CEREAL LEAF BEETLES

Annotation. In 2012–2018 the species composition of Cereal leaf beetles in agrocenoses of winter cereal crops has been clarified, the ecological and biological features of dominant species have been determined, seasonal dynamics of their abundance and harmfulness has been revealed. An assessment of the biological and economic effectiveness of insecticides from various chemical classes is given.

It is determined that from the group of winter grain crops the pest is the most numerous and harmful in triticale crops. All studied varieties of winter crops of domestic and foreign selection are populated and damaged by the phytophage larvae. The biological effectiveness of insecticides from the group of synthetic pyrethroids and neonicotinoids has made up to 76,8-100 %, what has allowed to save 0,6-10,6 % of the grain yield of winter grain crops.

Key words: winter crops: triticale, wheat, barley, rye, red-breasted and blue-headed cereal leaf beetles, biological features, population dynamics, economic thresholds of harmfulness, harmfulness, efficiency.

УДК 632.768.12+632.782]:633.853.494«321»:632.951

А.П. Будревич, И.В. Богомолова
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА И КАПУСТНОЙ МОЛИ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА ДВУХКОМПОНЕНТНЫМИ ИНСЕКТИЦИДАМИ

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

Аннотация. В статье представлены результаты изучения эффективности инсектицида Эсперо, КС. Установлено, что на 3-й день после проведения первой обработки численность рапсового цветоеда снижалась на 78,3-89,1 %, после второй – на 81,3-92,2 %. Биологическая эффективность на 5 день после повторного применения препарата в вариантах с максимальными нормами расхода составила 77,8-80,6 %, минимальной – 69,5 %, на 10 день – от 56,4 до 66,7 % по всем вариантам опыта. Степень повреждения растений капустной молью в варианте с обработкой инсектицидом Эсперо, КС в норме расхода 0,1 л/га снизилась на 69,5 %, 0,15 – на 77,3 и 0,2 л/га – на 75,9 % при поврежденности растений в контроле 24,7 %.

Ключевые слова: яровой рапс, инсектициды, рапсовый цветоед, капустная моль, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность.

Введение. Рапс является ценной масличной культурой, которая широко используется в пищевых, кормовых и технических целях. Одной из причин, лимитирующих получение высокого урожая ярового рапса, являются значительные потери, наносимые комплексом вредителей, которые могут достигать 30-75 % [1].

В условиях Беларуси одним из доминантных вредителей ярового рапса является рапсовый цветоед (*Mellegethes aeneus* F.), который распространен повсеместно. Фаза бутонизации является критической в онтогенезе ярового рапса, поскольку наносимые в этот период рапсовым цветоедом повреждения бутонов приводят к существенному снижению урожая. С началом цветения вредоносность фитофага снижается, так как он переходит на питание пыльцой раскрывшихся цветков [2, 3].

В последние годы увеличилась вредоносность капустной моли (*Plutella maculipennis* (Curt.)). Из-за растянутого периода вылета бабочек, откладки яиц и отрождения личинок, в посевах рапса можно одновременно наблюдать все стадии развития вредителя, начиная от яйца и заканчивая имаго. Это затрудняет проведение защитных мероприятий, так как капустная моль уязвима только в фазе имаго и в

период отрождения и развития гусениц 1-2 возраста, когда они находятся на верхней стороне листа. В условиях Беларуси в течение сезона вредитель может развиваться в 3-4 поколениях [2].

Для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда и капустной моли рекомендован довольно широкий ассортимент препаратов на основе различных действующих веществ. Всё больше появляется смесевых препаратов, содержащих инсектициды из разных групп, что увеличивает их эффективность [4].

С целью расширения ассортимента инсектицидов для защиты ярового рапса от комплекса вредителей проведены исследования по оценке эффективности препарата Эсперо, КС, содержащего в своем составе два действующих вещества (имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л).

Методика исследований. Оценку эффективности инсектицида Эсперо, КС проводили в 2018 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в соответствии с «Методическими указаниями…» [5].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: pH (KCl) – 5,82, содержание гумуса – 1,7, P_2O_5 – 269 мг/кг почвы, K_2O – 256 мг/кг. Предшественник – ячмень.

Яровой рапс сорта Герцог был посеян 4 мая с нормой высева 6,5 кг/га. Повторность опыта – четырехкратная, площадь делянки – 15 м^2. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочего раствора 250 л/га.

Осенью предшествующего года была проведена зяблевая вспашка с внесением минеральных удобрений в дозе $P_{90}K_{100}$. Азотные удобрения в дозе 110 кг действующего вещества на 1 га вносились под ранневесеннюю культивацию. После посева, до всходов культуры, была проведена обработка гербицидом Бутизан Стар, КС в норме расхода 2,0 л/га, а в фазу 5-6 листьев культуры внекорневая подкормка карбамидом (N_{40}).

В схему опыта были включены инсектициды: Борей, СК (имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л) в норме расхода 0,2 л/га и Эсперо, КС (имидаклоприд, 200 г/л + альфа-циперметрин, 120 г/л) в нормах 0,1, 0,15 и 0,2 л/га.

Результаты исследований. Среднесуточная температура воздуха в июне превышала среднемноголетние значения на 0,2-2,1 °С. На протяжении всего месяца наблюдался дефицит осадков. В первой декаде выпало 4,0 % от нормы, во второй и третьей – 57,9 и 72,4 %, соответственно, что способствовало массовому заселению посевов ярового рапса фитофагами.

В вегетационный период, на дату первого учета (15.06.; ВВСН 50), численность имаго рапсового цветоеда в посевах ярового рапса была на уровне максимального значения ЭПВ (3-5 экз./растение). Биологическая эффективность инсектицидов по всем вариантам опыта составила 78,3-89,1 %. Однако, на 5 день после обработки в контрольных вариантах наблюдалось увеличение его численности до 9,8 особей/растение, что, несмотря на достаточно высокую начальную эффективность препаратов, привело к ее снижению до 50,0-56,1 % и вызвало необходимость проведения повторной обработки. В дальнейшем численность рапсового цветоеда постепенно снижалась до 6,4-3,6 экз./растение (таблица 1).

Биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС в нормах расхода 0,15 и 0,2 л/га на 3-й день после второй обработки составила 89,1-92,2 % и несколько уступала эталону (93,8 %), в норме 0,1 л/га – 81,3 %, на 5 день, в вариантах с максимальными нормами применения исследуемого препарата – 77,8-80,6 %, минимальной – 69,5 %, эталонном – 72,2 %, на 10 день – от 56,4 до 66,7 % по всем вариантам опыта.

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Снижение численности вредителя, %				
	после 1-ой обработки		после 2-ой обработки		
	на 3-й день	на 5-й день	на 3-й день	на 5-й день	на 10-й день
Контроль (без обработки)*	4,6	9,8	6,4	3,6	3,9
Борей, СК, 0,2 л/га 2-кратно (эталон)	87,0	54,1	93,8	72,2	61,5
Эсперо, КС, 0,1 л/га 2-кратно	78,3	50,0	81,3	69,5	59,0
Эсперо, КС, 0,15 л/га 2-кратно	84,8	50,0	89,1	77,8	56,4
Эсперо, КС, 0,2 л/га 2-кратно	89,1	56,1	92,2	80,6	66,7

*** В контроле – численность вредителя, особей/растение.**

В период проведения обработок против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса наблюдался интенсивный лет капустной моли. Несмотря на то, что откладка яиц вредителем и отрождение гусениц, продолжались в течение довольно длительного периода (начало лета имаго отмечено 05.06., массовый лет – 08.06. и окончание – 25.06.), двукратное применение инсектицидов против цветоеда в значительной степени снизило и вредоносность моли. Так, на 5 день после первой обработки численность гусениц при применении инсектицида Эсперо, КС в нормах

расхода 0,15 и 0,2 л/га снизилась на 45,5-54,6 %, в эталоне – на 45,5 %, после второй – на 54,2-56,3 %, и 58,3 %, соответственно. Несколько ниже биологическая эффективность была в варианте с применением препарата Эсперо, КС в минимальной норме расхода (0,1 л/га). В результате, степень повреждения растений в эталоне (Борей, СК – 0,2 л/га) снизилась на 80,2 %, в варианте с обработкой инсектицидом Эсперо, КС в норме расхода 0,1 л/га – на 69,5 %, 0,15 – на 77,3 и в норме 0,2 л/га – на 75,9 % при поврежденности растений в контроле 24,7 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС против капустной моли в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» , 2018 г.)

Вариант	Снижение численности гусениц, %		Снижение степени повреждения растений, %
	после 1-ой обработки	после 2-ой обработки	
Контроль (без обработки)	2,2*	4,8*	24,7**
Борей, СК, 0,2 л/га 2-кратно (эталон)	45,5	58,3	80,2
Эсперо, КС, 0,1 л/га 2-кратно	38,6	50,0	69,5
Эсперо, КС, 0,15 л/га 2-кратно	45,5	56,3	77,3
Эсперо, КС, 0,2 л/га 2-кратно	54,6	54,2	75,9

*** Численность гусениц, особей/растение; ** степень повреждения растений, %.**

В результате применения инсектицидов против рапсового цветоеда и капустной моли сохраненный урожай ярового рапса составил 2,7-3,9 ц/га к контролю, или 11,5-16,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность инсектицида Эсперо, КС против рапсового цветоеда и капустной моли в посевах ярового рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2018 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
		ц/га	%
Без применения инсектицида	23,4	-	-
Борей, СК, 0,2 л/га 2-кратно (эталон)	27,3	3,9	16,7
Эсперо, КС, 0,1 л/га 2-кратно	26,1	2,7	11,5
Эсперо, КС, 0,15 л/га 2-кратно	26,5	3,1	13,3
Эсперо, КС, 0,2 л/га 2-кратно	27,0	3,6	15,4
$НСР_{05}$	3,3		

Заключение. Исследования показали, что на 3-й день после проведения первой обработки численность рапсового цветоеда снижалась на 78,3-89,1 %. Однако, в дальнейшем его численность превысила ЭПВ. Биологическая эффективность инсектицида Эсперо, КС в нормах расхода 0,15 и 0,2 л/га на 3-й день после второй обработки составила

89,1-92,2 % и несколько уступала эталону (93,8 %), в норме 0,1 л/га – 81,3 %, на 5-й день, в вариантах с максимальными нормами применения исследуемого препарата – 77,8-80,6 %, минимальной – 69,5 %, эталонном - 72,2 %, на 10 день – от 56,4 до 66,7 % по всем вариантам опыта.

Степень повреждения растений капустной молью в эталоне (Борей, СК, 0,2 л/га) снизилась на 80,2 %, в варианте с обработкой инсектицидом Эсперо, КС в норме расхода 0,1 л/га – на 69,5 %, 0,15 – 77,3 и 0,2 л/га – на 75,9 % при поврежденности растений в контроле 24,7 %.

Список литературы

1. Технологические основы возделывания ярового рапса в Республике Беларусь / Я.Э. Пилюк [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 1. – С. 33–37.

2. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С.В. Сорока [и др.]. – Минск: Колорград, 2016. – 124 с.

3. Асякин, Б.П. Механизмы и параметры устойчивости рапса ярового к основным вредителям / Б. П. Асякин // Вестник защиты растений. – 2018. – № 2(96). – С. 16–21.

4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / ГУ " Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений " / сост. А.В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 687 с.

5. 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.

A.P. Budrevich, I.V. Bogomolova
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

CONTROL OF BLOSSOM BEETLE AND CABBAGE MOTH NUMBER IN SPRING RAPE CROPS BY TWO-COMPONENT INSECTICIDES

Annotation. In the article the results of studying the efficiency of the insecticide Espero, SC are presented. It is determined that on the 3-rd day after carrying out the first treatment rape blossom beetle number has decreased for 78,3-89,1 %, after the second one – 81,3-92,2 %. The biological efficiency on the 5-th day after the repeated application of the preparation in the variants with the maximum rates of application has made 77,8-80,6 %, minimum – 69,5 %, on the 10-th day – from–56,4 to 66,7 % in all the experimental variants. A degree of plants damage by cabbage moth in the variant with the insecticide Espero, SC treatment at the rate of 0,1 l/ha has decreased for 69,5 %, 0,15 – for 77,3 and 0,2 l/ha – for 75,9 % at plants severity in the control 24,7 %.

Key words: spring rape, insecticides, rape blossom beetle, cabbage moth, biological efficiency, economic efficiency.

УДК 632.782:632.936.2 (476)

А.В. Быковская, Л.И. Трепашко, А.С. Самонов
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

РЕЗУЛЬТАТЫ ФЕРОМОННОГО МОНИТОРИНГА СТЕБЛЕВОГО КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА В БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. В статье приведены результаты феромономониторинга стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в 2014–2015 гг. в сформированных очагах с высокой численностью вредителя в посевах кукурузы, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси. Установлена низкая аттрактивность феромонных композиций «Z», «E» и смеси «ZE» для белорусской популяции стеблевого мотылька. Обсуждаются факторы, влияющие на отлов самцов синтезированными феромонами самок стеблевого кукурузного мотылька.

Ключевые слова: стеблевой кукурузный мотылек, популяция, феромономониторинг, феромонные расы «Z», «E» и «ZE».

Введение. Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – фитофаг обладающий быстрой акклиматизацией к новым условиям среды. По литературным данным, для возделывания кукурузы на зеленую массу необходима сумма эффективных температур 700 °С, в то время как для развития стеблевого мотылька достаточно 711 °С, при сумме осадков, выпавших в течение летних месяцев, – 200–300 мм. Анализ климатических условий, сложившихся в Беларуси, показал, что количество выпавших осадков и относительная влажность воздуха соответствуют необходимым условиям для развития фитофага и обусловливает его широкое распространение на территории республики. В 2010 г. первые очаги высокой численности вредителя были обнаружены в южных районах Брестской и Гомельской областей, в 2014 г. – Витебской области, где поврежденность растений кукурузы перед уборкой составила 20,0–40,0 % [9, 10].

Стеблевой кукурузный мотылек развивается в одном поколении за год. Зимуют гусеницы в остатках стеблей, початках, неубранных с поля. Весной при достижении среднесуточной температуры воздуха +15 °С и выше начинается окукливание, через 15–20 дней после которого вылетают бабочки [10]. Питаясь непродолжительное время пыльцой цветущих растений и капельно-жидкой влагой бабочки спариваются и откладывают яйца. Эмбриональный период продолжается

в среднем 3–5 дней, при жаркой погоде с дефицитом влаги в течение недели яйцекладки погибают. После отрождения гусеницы внедряются в метелки, стебли, початки. Повреждения стеблевым мотыльком представляют собой широкие ходы, заполненные экскрементами. В результате питания гусениц стебли надламываются, уменьшается вес зерна с початка, что приводит к потерям урожая зерна и зеленой массы на 10–15 % и более.

Для прогноза развития стеблевого мотылька необходимо учитывать погодные условия в период окукливания и вылета имаго. По литературным данным, к факторам, способствующим повышению численности стеблевого кукурузного мотылька, относят среднесуточную температуру +15…+16 °С, сумму осадков 55–85 мм, ГТК=0,9–1,4 в мае-первой половине июня; во второй половине июня-июле – среднесуточная температура +18…+20 °С, сумма осадков 60–90 мм, ГТК=1–1,7. К факторам, способствующим снижению численности стеблевого кукурузного мотылька, относят засушливый весенне-летний период текущего года, при средней температуре выше +15 °С в мае-первой половине июня, во второй половине июня-июле среднесуточная температура должна составлять +19…+21°С, сумма осадков менее 50 мм, ГТК≤0,9 [11].

По результатам проведенных исследований установлено, что оптимальным сроком проведения химических мероприятий является период массовом откладки яиц вредителем. Согласно данным, полученным учеными из России, Украины, Польши, Сербии, Германии и Молдавии, оптимальный срок проведения химической защиты кукурузы с учетом складывающихся погодных условий устанавливают через 7–10 дней после начала лета имаго [1, 4, 5, 6].

При синтезе феромонных композиций необходимо учитывать, что стеблевой мотылек как вид дифференцируется на две расы: самки «Z»-расы выделяют феромон состава 97 % Z- и 3 % E-изомеров, а «E»-расы – 3 % Z- и 97 % E-изомеров 11-тетрадеценил ацетата. По данным M. Toth, I. Szarukan, A. Nagy на большей части Европы распространена «Z» раса, за исключением некоторых областей Северной Италии. «Z» раса питается исключительно на кукурузе, а «E» – еще и на полыни, хмеле, картофеле [2, 12]. Кроме того, в естественных условиях обнаруживаются и особи гибридного происхождения, самки которых выделяют половой феромон с соотношением изомеров 35 % Z- и 65 % E-11-тда [3, 12].

Цель наших исследований – изучить аттрактивность синтезированных феромонных композиций рас «Z» и «E» для разработки мониторинга и обоснования прогноза целесообразности и оптимальных сроков применения инсектицидов против стеблевого мотылька в посевах кукурузы, возделываемой в условиях разных агроклиматических зон Беларуси.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования по оценке аттрактивности феромонных композиций проводили в течение 2014–2015 гг. в производственных посевах кукурузы в базовых хозяйствах – КСУП «СГЦ «Западный» (Брестский район), СПК «Остромечево» (Брестский район), ОАО «АгроМотоль» (Ивановский район, Брестская область), УКСП «Совхоз «Доброволец» (Кличевский район, Могилевская область), СПК «Прогресс-Вертилишки» (Гродненский район), ОАО «Щомыслица» (Минский район), на опытных полях РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, Минский район), РУП «Полесский институт растениеводства» (Мозырский район, Гомельская область). Ревизию феромонных ловушек осуществляли совместно с сотрудниками ГУ «Брестская областная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» и «Гомельская областная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». Для наблюдения за динамикой лёта насекомых устанавливали ловушки типа «Дельта» с синтетическими феромонами и клеевыми вкладышами производства ЗАО «Щелково Агрохим». Использовались ловушки с диспенсерами и феромонами «Z», «E» и «ZE».

Ловушки размещали на поле по следующей схеме: две повторности каждого феромона на расстоянии 20–60 м в зависимости от площади поля, расстояние между вариантами – 40–50 м. Согласно В.И. Войняк и Б. Г. Ковалеву (2010) ловушки для учета лета стеблевого мотылька устанавливали в посевах кукурузы на колышках высотой 150 см (рисунки 1, 2) [1]. Ловушки с феромонными композициями экспонировали в течение 30 дней – продолжительность жизни имаго стеблевого мотылька.

Рисунок 1 – Расположение клеевых ловушек на опытном поле (фото авторов)

Рисунок 2 – Клеевая ловушка типа «Дельта», установленная в посеве кукурузы (фото авторов)

Результаты исследований и их обсуждение. Феромонный мониторинг проводили в 2014 г. в Центральной агроклиматической зоне на посевах кукурузы площадью 79 га, в Южной – 73 га и Новой зонах – 706 га. Всего за весь период наблюдений было отловлено 8,0 особей стеблевого кукурузного мотылька, из них – 7,0 самок (таблица 1). По результатам учетов в ОАО «Щомыслица» (Минский район), СПК «Прогресс-Вертилишки» (Гродненская область), а также в хозяйствах Мозырского района в Гомельской области и базовых хозяйствах Брестской области не было отловлено имаго мотылька, т.е. не установлена аттрактивность исследуемых феромонных композиций к имаго белорусской популяции, сформировавшейся в разных агроклиматических условиях.

В Центральной агроклиматической зоне Беларуси было отловлено 2,0 особи *Ostrinia nubilalis* Hbn. на феромоны расы «E» в инсектарии РУП «Институт защиты растений» и в посевах кукурузы в УКСП «Совхоз «Доброволец». В Южной агроклиматической зоне (Гомельская область) имаго было обнаружено в ловушках с феромонными расами «ZE» и «E». В Новой агроклиматической зоне (ОАО «СГЦ «Западный», Брестский район, Брестская область) наиболее аттрактивными были феромоны расы «Z» (4,0 особи), также обнаружено одно имаго в ловушке со смешанной композицией «ZE».

Исследования по оценке аттрактивности феромонных композиций были продолжены в 2015 г. на посевах кукурузы, возделываемой в Центральной на площади 30 га, в Южной – 10 и в Новой агроклиматических зонах – 67 га (таблица 2). В инсектарии РУП «Институт защиты

Таблица 1 – Отлов имаго стеблевого кукурузного мотылька феромонными ловушками, установленными в посевах кукурузы, возделываемой в агроклиматических зонах Беларуси в 2014 г.

Пункт	Площадь, га	Отловлено, особей/ловушку за сезон		
		феромонные композиции		
		«Z»	«E»	«ZE»
Центральная агроклиматическая зона				
Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	1	0	1	0
ОАО «Щомыслица», Минский район	10	0	0	0
УКСП «Совхоз «Доброволец», Кличевский район, Могилевская область	30	0	1	0
СПК «Прогресс-Вертилишки», Гродненский район	38	0	0	0
Южная агроклиматическая зона				
Опытное поле РУП «Полесский институт растениеводства», Мозырский район, Гомельская область	6	0	0	1
Производственные посевы кукурузы в Гомельской области (2 поля)	25+42	0	0	0
Новая агроклиматическая зона				
КСУП «СГЦ «Западный», Брестский район (5 полей)	32+39+93+100+30	4	0	0
ОАО «АгроМотоль», Ивановский район, Брестская область	33	0	0	1
СПК «Остромечево», Брестский район	50	0	0	0
Производственные посевы кукурузы в базовых хозяйствах Брестской области (4 поля)	89+62+58+120	0	0	0

Примечание: дата установки феромонных ловушек; Брестская область – 11–13.06.2014; Гомельская область – 15–19.06.2014; Минская область 22.06.2014.

растений» в условиях искусственной подсадки куколок стеблевого кукурузного мотылька были вывешены ловушки со всеми исследуемыми композициями. Аттрактивности ни одного из представленных вариантов феромонных композиций по отношению к самцам сформировавшейся популяции не выявлено. На производственных посевах кукурузы в УКСП «Совхоз «Доброволец» и РУП «Полесский институт растениеводства» также в течение вегетационного сезона не установлена аттрактивность испытываемых феромонных композиций к имаго популяций, сформировавшихся в этих районах. В Брестском районе за весь сезон отловлена 1,0 особь стеблевого мотылька на феромонную композицию «ZE». В Каменецком районе за вегетационный сезон была отловлена 1,0 особь в варианте «Z» и 3,0 особи в варианте «ZE». По результатам мониторинга установлено, что в фазе начало выбрасывания метелки кукурузы (ст. 51 ВВСН) на полях, где

были расставлены ловушки численность стеблевого мотылька составляла 1,8–7,0 яйцекладки / 100 растений. Эти данные свидетельствуют об интенсивном лете вредителя. Отловленные особи были идентифицированы как стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) сотрудниками энтомологического музея ФГБУ «ВНИИКР» (Россия).

Таблица 2 – Отлов имаго стеблевого кукурузного мотылька в агроклиматических зонах Беларуси в 2015 г.

Пункт проведения испытания	Площадь, га	Всего отловлено, особей		
		«Z»	«E»	«ZE»
Центральная агроклиматическая зона				
Опытное поле РУП «Институт защиты растений»	–	0	0	0
УКСП «Совхоз «Доброволец», Кличевский район, Могилевская область	30	0	0	0
Южная агроклиматическая зона				
Опытное поле РУП «Полесский институт растениеводства», Мозырский район, Гомельская область	10	0	0	0
Новая агроклиматическая зона				
КСУП «СГЦ «Западный», Брестский район	39	0	0	1
ОАО «Видомлянское», Каменецкий район, Брестская область	28	1	0	3

Примечание. Дата установки феромонных ловушек; Брестская область – 23.06.2015; Гомельская область – 19.06.2015; Минская область – 29.06.2015.

Для установления причин низкой аттрактивности испытываемых феромонных композиций необходимо было изучить расовую структуру сформировавшейся популяции стеблевого мотылька в разных районах Беларуси на молекулярно-генетическом уровне.

В 2017 и 2018 гг. биологический материал (диапаузирующие гусеницы) для проведения соответствующих исследований передали сотрудникам ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений» (Санкт-Петербург, Пушкин, Россия). Согласно полученным результатам, популяции стеблевого мотылька из северных очагов вредоносности на кукурузе (Беларусь и Воронежская область России) принадлежат к феромонной «Z» расе вредителя, повреждающей кукурузу не только на территории бывшего СССР, но и на большей части Европы. Однако, как показали результаты проведенных исследований синтезированные феромоны «Z» расы стеблевого мотылька не отлавливали самцов белорусских популяций, аналогичные результаты получены в северных районах России, где появились новые очаги массового развития фитофага с доминированием «Z» расы [3, 5, 7, 8].

Похожая проблема существует в некоторых странах Европы (Венгрии, Италии, Словении, Болгарии). К примеру, в Венгрии еще 40 лет

назад определена доминирующая феромонная раса («Z» раса) в популяциях стеблевого мотылька. В результате исследований, проведенных в течение 15 лет группой ученых Z. Karpati, M. Tasin, T. Dekker, G. Szocs по оценке состава смеси половых феромонов, их концентрации, различных типов ловушек и диспенсеров, высоты размещения ловушек в посевах, установлена низкая аттрактивность половых феромонов для «Z» расы фитофага. По мнению M. Tóth, I. Szarukán, A. Nagy количество отловленных самцов не обеспечивает полной информации о составе популяции вредителя, поскольку для стеблевого мотылька, как для многих представителей отряда Чешуекрылые, характерно явление протандрии, т.е. самцы вылетают раньше самок [13, 14]. Поэтому применение ловушек и синтезированных композиций, привлекающих обоих полов, в том числе и самок, представляет большой практический интерес.

Заключение. По результатам молекулярно-генетического анализа установлено, что в сформировавшихся популяциях мотылька в Беларуси доминирует «Z» раса. Однако, проведенный двухлетний мониторинг выявил, что синтезированные феромонные композиции рас «Z», «E» и «ZE» не аттрактивны к имаго стеблевого мотылька белорусских популяций.

Для прогноза динамики численности, вредоносности стеблевого мотылька и обоснования оптимальных сроков и целесообразности проведения защитных мероприятий на кукурузе необходимо продолжать исследования по поиску новых средств, используемых для мониторинга. По литературным данным, одним из перспективных направлений является поиск синтезированных химических веществ, оценка их аттрактивности, подбор оптимального количества для отлова имаго в установленном типе ловушек, проверка в производственных условиях.

Список литературы

1. Войняк, В.И. Эффективность половых феромонов вредителей кукурузы / В.И. Войняк, Б.Г. Ковалев // Защита и карантин растений. – 2010. – № 7. – С. 25–26.

2. Генетический полиморфизм природных изолятов *Nosema pyrausta* (Microsporidia: Nosematidae) / И.В. Грушевая [и др.] // Экологическая генетика. – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 38–43.

3. Грушевая И.В. Новые очаги массовых размножений кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* в Беларуси и России: тревожный вызов устоявшимся знаниям о вредителе / И.В. Грушевая [и др.] // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы: материалы I Межд. науч.-практ. конф., Минск, 8-10 сентября 2015 г. / НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам; редкол.: О.И. Бородина, В.А. Цинкевича. – Минск, 2015. – С. 93–97.

4. Гуляк, Н.В. Хімічний захист кукурудзи від стеблового метелика (*Pyrausta nubilalis* HB., Lepidoptera, Ryraustidae) / Н.В. Гуляк // Захист і карантин рослин: міжвід. тем. наук. зб. – Київ, 2008. – Вип. 54. – С. 146–149.

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. трудов, Санкт-Петербург–Пушкин, 25 февраля 2015 г. / ФГБНУ ВИЗР. – Спб. – Пушкин, 2015. – С. 16–22.

6. Концепция удосконалення системи захисту посівів кукурудзи / О.С. Трибель [и др.] // Захіст і карантин рослин: межвід. тем. наук. зб. – Київ, 2010. – Вип. 56. – С. 159–181.

7. 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.

8. Северные популяции кукурузного мотылька: анализ электрических ответов антенны к феромонным смесям рас и межрасовых гибридов / М.И. Жуковская [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2018. – Т. 54, № 5. – С. 362–365.

9. Трепашко, Л.И. Вредоносность *Ostrinia nubilalis* Hbn. и система мероприятий по снижению его численности в Беларуси / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская, С.В. Надточаева // Российско-белорусский семинар по вопросам защиты кукурузы от вредителей: сб. трудов, Санкт-Петербург–Пушкин, 25 февраля 2015 г. / ФГБНУ ВИЗР. – Спб. – Пушкин, 2015. – С. 4–15.

10. Трепашко, Л.И. Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.): многолетняя динамика численности в Беларуси / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская, М.Г. Немкевич // Экологическая безопасность защиты растений: материалы Междунар. науч. конф., посвящ.105–летию со дня рожд. чл.-корр. А.Л. Амбросова и 80-летию со дня рожд. акад. В.Ф. Самерсова, Прилуки, 24–26 июля 2017 г. / НАН Беларуси, НПЦ по земеделию, «Ин-т защиты растений». – Минск, 2017. – С. 49–52.

11. Фролов, А.Н. Кукурузный мотылек: прогноз развития, методы учета / А.Н. Фролов, О.Н. Букзеева // Защита и карантин растений. – 1997. – № 4. – С.38–39.

12. Фролов, А.Н. «Новая дрозофила» или виды рода *Ostrinia* (HüBNER, 1825) с трехлопастным ункусом (Lepidoptera: Crambidae) как модель антропогенной эволюции / А.Н. Фролов [и др.] // XV съезд Русского энтомологического общества: материалы съезда, Россия, Новосибирск, 31 июля-7 авг. 2017 г. / редкол.: Г.Н. Азаркина [и др.]. – Новосибирск, 2017. – С. 505–506.

13. An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. / M. Toth [et al.] // Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. – 51(2). – 2016. – P. 247–254.

14. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Crambidae): comparing the performance of a new bisexual lure with that of synthetic sex pheromone in five countries / M. Toth [et al.] // Pest Manag Sci, 2017. – P. 2504–2508.

A.V. Bykovskaya , L.I. Trepashko, A.S. Samonov

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

THE RESULTS OF PHEROMONE MONITORING OF THE EUROPEAN CORN BORER IN BELARUS

Annotation. In the article the results of pheromone monitoring of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in 2014–2015 in the formed focuses with a high pest number in corn crops cultivated in different agroclimatic zones of Belarus are presented. Low attractiveness of pheromone compositions «Z», «E» and «ZE» mixture for Belorussian corn borer populations is determined. The factors influencing males catching by synthesized pheromones of the European corn borer females are discussed.

Key words: the European corn borer, population, pheromone monitoring, pheromone races «Z», «E» and «ZE».

УДК 632.752.3:635.9(476)

М.В. Волосач, С.В. Буга
Белорусский государственный университет, г. Минск

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВРЕДОНОСНОСТИ МИНИРУЮЩИХ МУХ (DIPTERA: AGROMYZIDAE) – ВРЕДИТЕЛЕЙ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Рецензенты: канд. биол. наук Головченко Л.А.
канд. биол. наук Колтун Н.Е.

Аннотация. Представлен обзор дендрофильных минеров-филлобионтов семейства минирующих мух (Agromyzidae) декоративных зеленых насаждений Беларуси, очерчен круг повреждаемых растений, дана краткая характеристика повреждений. Рассчитаны показатели физиологической вредоспособности, экологически обусловленной и общей вредоносности для 13 видов агромизид, повреждающих декоративные древесные растения в условиях зеленых насаждений. На основе полученных данных проведена дифференциация минеров по уровню их вредоносности в декоративных зеленых насаждениях Беларуси.

Ключевые слова: минеры, филлобионты, вредоспособность, вредители декоративных насаждений.

Введение. Семейство минирующих мух (Diptera: Agromyzidae) – богатый видами и всесветно распространенный таксон, насчитывающий около 2900 видов в мировой фауне [11], в Палеарктике из них около 1200 видов [9]. В России, по последним данным, зарегистрировано не менее 350 видов агромизид [3], в Польше – 467, Литве – 395, Латвии – 65 видов [10]. Несмотря на очевидную экономическую значимость, степень изученности данной группы в Беларуси недостаточна. Всего в Беларуси зарегистрировано 93 вида минирующих мух, с древесными растениями связано 20 [1].

Около 160 видов агромизид мировой фауны – вредители культивируемых растений, в том числе важнейших зерновых и овощных культур, лесных и декоративных насаждений [12]. Дендрофильные минеры-филлобионты семейства минирующих мух являются частью обширного комплекса вредителей орнаментальных растений. Данные по биологии и экологии агромизид Беларуси бедны (особенно для дендрофильных представителей), для большинства видов семейства отсутствуют вовсе.

Агромизиды относятся к облигатным минерам, личинки которых развиваются в тканях растений. Около 75 % представителей семейства на личиночной стадии являются филлобионтами [12], для них

характерно выедание фотосинтезирующей хлорофиллоносной ткани листа и образование пустот – так называемых мин, отличающихся по окраске от здоровых тканей; реже личинки повреждают стебли, плоды, другие части растений, некоторые развиваются в камбии.

Для установления видовой принадлежности минеров используется совокупность следующих диагностических признаков: форма, размер, окраска и локализация мин относительно поверхности листа и главной жилки, визуально выявляемое наличие и характер размещения в минах экскрементов, форма и расположение выходного отверстия, нахождение или отсутствие пупария в мине, некоторые другие особенности. В спорных случаях прибегают к определению личинок по морфологическим признакам, либо выведению имаго. В пределах данной экологической группы наблюдается пищевая специализация всех степеней: монофагия, узкая и широкая олигофагия, полифагия. На листовой пластинке может развиваться либо одна личинка (чаще), либо происходит слияние мин, и в них развивается группа личинок. Мины могут иметь различную конфигурацию: пятновидную, звездчатую, лентовидную, змеевидную, обычны также комбинации перечисленных форм. Мины могут быть верхне- и нижнесторонними, а также начинаться на одной и продолжаться на другой стороне листа. Экскременты в мине могут располагаться в виде одной-двух цепочек, иногда частично растворяться, гранулы – иметь разную форму, причем данные признаки являются видоспецифичными. Различают моно-, би- и поливольтинные виды, причем поколения обычно перекрываются в течение сезона.

В условиях декоративных зеленых насаждений Беларуси деревья и кустарники повреждает 13 видов семейства Agromyzidae. Вред, наносимый агромизидами орнаментальным растениям, может значительно варьировать в зависимости от множества факторов. Ущерб, причиняемый скрытоживущими филлофагами, не ограничивается снижением эстетических качеств растения, но также затрагивает его резистентность к патогенам, может иметь место сокращение сроков вегетации, частичная или преждевременная дефолиация.

Для сравнительных исследований вредоносности фитофагов в декоративных зеленых насаждениях и очерчивания круга наиболее опасных вредителей орнаментальных растений важны количественные оценки их вредоносности.

К настоящему времени отсутствуют общепринятые методики количественной оценки общей вредоносности и ее параметров для вредителей декоративных растений. При этом имеется успешный опыт применения методик количественной оценки расчетных показателей

физиологической вредоспособности, экологической (экологически обусловленной, хозяйственной) и общей вредоносности тератформирующих [5] и минирующих [6] фитофагов. В задачу настоящей работы входила оценка параметров вредоносности дендрофильных мух-агромизид в условиях декоративных зеленых насаждений Беларуси.

Материалы и методы. В основу настоящей работы положены многолетние данные обследований декоративных деревьев и кустарников в зеленых насаждениях всех 5 районов интродукции древесных растений в Беларуси [4]. Уточнение круга повреждаемых отдельными видами минеров декоративных деревьев и кустарников выполнялось на базе зеленых насаждений гг. Витебска и Минска, с охватом арборетума и ландшафтного парка Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Идентификация таксономической принадлежности агромизид осуществлялась на основе специализированных определителей [2, 7, 8, 13]. При необходимости осуществлялось выведение имаго.

Для расчета показателей вредоносности фитофагов использована методика, адаптированная применительно к минирующим филлофагам [6]. Она предусматривала использование количественных экспертных оценок и расчет значений интегральных показателей физиологической вредоспособности, экологически обусловленной (экологической, хозяйственной) и общей вредоносности. В частности, использовали следующие параметры:

1) тип мин – у всех 13 видов агромизид личинки формируют плоские мины, листовые пластинки не испытывают деформаций, что соответствует баллу 0,5;

2) продолжительность питания личинок – соответствует периоду нанесения агромизидами вреда; оценивалась как в сутках, так и в баллах: 1 балл начислялся за период 20 дней, поскольку повреждаются только лиственные породы;

3) масштабы заселения растений: заселение всего растения оценивалось в 1 балл; отдельных ветвей – 0,5 балла;

4) локализация на растениях характеризуется размещением повреждений: агрегированный (очаговый) характер размещения оценивали в 2 балла; диспергированный (диффузный) характер размещения – 1 балл;

5) характер и последствия нанесенных повреждений: сильное снижение декоративности – 3 балла, слабое снижение декоративности – 2 балла, отсутствие заметных повреждений – 1 балл;

6) распространенность и ценность повреждаемых растений: распространенные и ценные растения – 3 балла, малораспространенные ценные – 2 балла, распространенные малоценные – 1 балл, малораспространенные малоценные – 0,5 балла;

7) распространенность вредителя в насаждениях: спорадичное – 1 балл, ограниченное распространение – 2 балла, фоновое (повсеместное) – 3 балла;

8) наличие и регулярность вспышек массового размножения: вспышки массового размножения регулярны – 3 балла; вспышки массового размножения происходят эпизодически – 2 балла; вспышки массового размножения не наблюдаются – 1 балл.

Перемножение значений первых двух параметров дает значение показателя физиологически обусловленной вредоспособности (в баллах), произведение остальных пяти – показатель снижения декоративности по экологически обусловленным аспектам (экологически обусловленная, экологическая, хозяйственная вредоносность). Для получения значения показателя общей вредоносности следует перемножить вышеприведенные показатели и умножить результат на балловое значение показателя наличия и регулярности вспышек массового размножения [6].

Результаты и их обсуждение. По характеру питания среди представителей рассмотренной эколого-систематической группы фитофагов преобладают олигофаги (таблица 1), что частично отражено в их русскоязычных тривиальных названиях (карагановая, жимолостная, спирейная и др. мушки). Широта спектра повреждаемых растений учитывается при выставлении значений показателя «распространенность и ценность повреждаемых растений». Среди дендрофильных представителей группы отсутствуют полифаги, которыми повреждаются травянистые растения. Данное обстоятельство сказывается на балльных оценках по вышеуказанному параметру.

Таблица 1 – Видовой состав, кормовые растения и краткая характеристика повреждений листовых пластинок декоративных деревьев и кустарников в условиях зеленых насаждений Беларуси

Вид	Повреждаемые растения	Характеристика мин
Минирующая мушка осокоря (*Agromyza albitarsis* Meigen, 1830)	*Populus alba, P. balsamifera,* x *canadensis, P.* x *canescens, P. deltoides, P. nigra, P. simonii, P. tremula, P. tremuloides, P. trichocarpa; Salix alba, S. alba* x *fragilis, S. purpurea, S. repens, S. triandra*	мины верхнесторонние, пятновидные; ранние мины светлые, затем темнеют; выходное отверстие на верхней стороне листа; окукливание вне мины
Березовая минирующая мушка (*Agromyza alnibetulae* Hendel, 1931)	*Betula* spp.	мины верхнесторонние, змеевидные, несколько расширяющиеся к концу; листья часто деформируются; окукливание за пределами мины

Продолжение таблицы 1

Вид	Повреждаемые растения	Характеристика мин
Спирейная минирующая мушка (*Agromyza spiraeoidearum* Hering, 1954)	*Spiraea* x *bumalda*, *S. chamaedryfolia*, *S. japonica*, *S. media*, *S. salicifolia*, *S.* x *vanhouttei*	мины верхнесторонние, широкие, часто коллективные; экскременты в виде зерен, постепенно увеличивающихся в размерах; окукливание вне мины
Карагановая минирующая мушка *(Aulagromyza caraganae* (Rohdendorf-Holmanova, 1959))	*Caragana arborescens*	мины нижне- (чаще) или верхнесторонние, белесые; если мина нижнесторонняя, то верхняя поверхность листовой пластинки желтеет; окукливание в мине
Ранний жимолостный минер (*Aulagromyza cornigera* (Griffiths, 1973))	*Lonicera periclymenum*, *L. xylosteum*, *Symphoricarpos albus*	мины верхнесторонние, лентовидные неветвящиеся, проходящие, как правило, вдоль края листа; окукливание вне мины
Aulagromyza hendeliana (Hering, 1926)	*Lonicera alpigena*, *L. caerulea*, *L. caprifolia*, *L. nigra*, *L. periclymenum*, *L. rupicola*, *L. tatarica*, *L. xylosteum*, *Symphoricarpos albus*	мины верхнесторонние, чаще неразветвленные, как правило, на большем или меньшем протяжении следующие по краю листа; окукливание вне мины
Aulagromyza luteoscutellata (de Meijere, 1924)	*Leycesteria formosa*; *Lonicera involucrata* var. *ledebourii*, *L. periclymenum*, *L. tatarica*, *L. xylosteum*; *Symphoricarpos albu*s	мины верхнесторонние лентовидные, обычно неветвящиеся, не ассоциированные с краем листа; экскременты в виде зеленой полосы; окукливание вне мины
Ивовая минирующая мушка (*Aulagromyza tridentata* (Loew, 1858))	*Salix alba*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. fragilis*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*	мины практически всегда нижнесторонние; светлые, желтоватые; выходное отверстие в форме полуокружности; окукливание обычно вне мины
Chromatomyia aprilina (Goureau, 1851)	*Lonicera alpigena*, *L. biflora*, *L. caerulea*, *L. caprifolia*, *L. etrusca*, *L. implexa*, *L. involucrata* var. *ledebourii*, *L. maacki*, *L. nigra*, *L. periclymenum*, *L. tatarica*, *L. xylosteum*; *Symphoricarpos albus*, *S. occidentalis*	мины начинаются как нижнесторонние, но основная часть располагается на верхней стороне листа; коридоры отходят от средней жилки листа; мины обычно коллективные; экскременты в виде заметных черных полос; окукливание в мине

Продолжение таблицы 1

Вид	Повреждаемые растения	Характеристика мин
Жимолостная минирующая мушка (*Chromatomyia lonicerae* (Robineau-Desvoidy, 1851))	*Lonicera alpigena*, *L. caprifolia*, *L. nigra*, *L. periclymenum*, *L. tatarica*, *L. xylosteum*; *Symphoricarpos albus*	мины верхнесторонние, начинаются со звездчатой галереи, переходящей в слабоветвящуюся или неветвящуюся линейную; экскременты в виде одинарной цепочки; окукливание в мине
Chromatomyia periclymeni (Hendel, 1922)	*Lonicera alpigena*, *L. caprifolia*, *nigra*, *L. periclymenum*, *L. tatarica*, *L. xylosteum*; *Symphoricarpos albus*	мины сероватые, верхнесторонние, звездчатые со множеством боковых ответвлений, не ассоциированные с краем листа; экскременты в виде отдельных зерен; окукливание в мине
Пузырниковая минирующая мушка, мотыльковый минер (*Liriomyza congesta* (Becker, 1903))	*Caragana* spp., *Colutea arborescens*, *Robinia pseudoacacia*	мины верхнесторонние, линейные, часто узкие, незначительно расширяющиеся к концу; экскременты в виде широкой зеленой полосы с черными гранулами по краям; окукливание вне мины
Кизиловая минирующая мушка (*Phytomyza agromyzina* Meigen, 1830)	*Cornus alba*, *C. mas*, *C. sanguinea*, *C. sericea*	мины верхнесторонние, змеевидные, узкие, постепенно расширяющиеся; экскременты в виде широкой коричневой полосы; окукливание обычно вне мины

В таблице 2 приведены оценочные данные для 8 показателей и расчетные – для 3 индексов физиологической вредоспособности, экологически обусловленной потери декоративности (экологической, хозяйственной вредоносности) и общей вредоносности дендрофильных агромизид в условиях декоративных зеленых насаждений Беларуси.

Как следует из данных таблицы 2, максимальное значение показателя физиологической вредоспособности (3,75 баллов) оказалось у березовой минирующей мухи (*A. alnibetulae*), которая наносит повреждения еще в начале вегетационного сезона, и они остаются малопреодолимыми на всем его протяжении. Минимальные (1,125 балла) значения данного расчетного индекса отмечались для *A. cornigera*, *A. hendeliana*, период вредоносности личинок которых весьма ограничен.

Таблица 2 – Оценка параметров вредоспособности и вредоносности минирующих мух (Agromyzidae) для декоративных деревьев и кустарников в условиях зеленых насаждений Беларуси

Вид	Тип мин (балл)	Период активности (продолжительность питания) (сутки)	Период активности (продолжительность питания) (балл)	Физиологическая вредоспособность (балл)	Масштабы заселения растений (балл)	Локализация на растениях (балл)	Характер и последствия наносимых повреждений (балл)	Распространенность и ценность повреждаемых растений (балл)	Распространенность вредителя в насаждениях (балл)	Вредоносность в аспекте снижения декоративности (балл)	Наличие и регулярность вспышек массового размножения (балл)	Общая вредоносность (балл)
Agromyza albitarsis Meigen, 1830	0,5	60	3	1,5	1	1	3	3	1	9	1	13,50
Agromyza alnibetulae Hendel, 1931	0,5	150	7,5	3,75	1	1	3	1	3	9	1	33,75
Agromyza spiraeoidearum Hering, 1954	0,5	90	4,5	2,25	1	1	3	3	3	27	1	60,75
Aulagromyza caraganae (Rohdendorf-Holmanova, 1959)	0,5	60	3	1,5	1	1	2	3	3	18	3	81,00
Aulagromyza cornigera (Griffiths, 1973)	0,5	45	2,25	1,125	1	1	3	3	3	27	1	30,38
Aulagromyza hendeliana (Hering, 1926)	0,5	45	2,25	1,125	1	1	3	3	2	18	1	20,25
Aulagromyza luteoscutellata (de Meijere, 1924)	0,5	50	2,5	1,25	1	1	3	3	2	18	1	22,50
Aulagromyza tridentata (Loew, 1858)	0,5	70	3,5	1,75	1	1	2	3	1	6	1	10,50
Chromatomyia aprilina (Goureau, 1851)	0,5	90	4,5	2,25	1	1	3	3	1	9	2	20,25

Продолжение таблицы 2

Вид	Тип мин (балл)	Период активности (Продолжительность питания) сутки)	Период активности (Продолжительность питания) (балл)	Физиологическая вредоносность (балл)	Масштабы заселения растений (балл)	Локализация на растениях (балл)	Характер и последствия наносимых повреждений (балл)	Распространенность и ценность повреждаемых растений (балл)	Распространенность вредителя в насаждениях (балл)	Вредоносность в аспекте снижения декоративности (балл)	Наличие и регулярность вспышек массового размножения (балл)	Общая вредоносность (балл)
Chromatomyia lonicerae (Robineau-Desvoidy, 1851)	0,5	140	7	3,5	1	1	3	3	3	27	1	94,50
Chromatomyia periclymeni (Hendel, 1922)	0,5	50	2,5	1,25	1	1	3	3	1	9	3	33,75
Liriomyza congesta (Becker, 1903)	0,5	120	6	3	1	1	3	3	1	9	1	27,00
Phytomyza agromyzina Meigen, 1830	0,5	120	6	3	1	1	3	1	3	9	2	54,00

Максимальные значения (27 баллов) расчетного показателя экологической вредоносности (вредоносности в аспекте снижения декоративности) у спирейной мушки (*A. spiraeoidearum*), раннего жимолостного минера (*A. cornigera*) и жимолостной минирующей мушки (*Ch. lonicerae*), что хорошо корреспондируется с ценностью и представленностью в декоративных зеленых насаждениях их растений-хозяев. Минимальное (6 баллов) значение данного индекса получено для *A. tridentata*, что опять же находится в соответствии с вышеупомянутыми критериями.

По значениям расчетного индекса общей вредоносности фитофагов принято дифференцировать на три группы. Высокой вредоносностью характеризуются *Ch. lonicerae* (94,50 баллов), *A. caraganae* (81,00 балл) и *A. spiraeoidearum* (60,75 баллов), повреждающие широко представленные в декоративных зеленых насаждениях Беларуси жимолости, караганы и спиреи, принадлежащие к числу ценных орнаментальных растений.

Минимальны полученные значения общей вредоносности *A. albitarsis*, повреждающей тополя, а также *A. tridentata* – ивы, прежде

всего, вследствие невысокой встречаемости и относительной численности этих вредителей в условиях декоративных зеленых насаждений.

Остальные виды составляют группу фитофагов-вредителей со средним уровнем вредоносности. В их числе рецедентные представители таксона, повреждающие хорошо представленные в насаждениях ценные декоративные древесные растения, либо массовые виды, вредящие малоценным и/или малораспространенным деревьям и кустарникам.

Выводы. На основании экспертных оценок по 8 параметрам рассчитаны количественные показатели физиологической вредоспособности, экологически обусловленной и общей вредоносности для декоративных деревьев и кустарников в условиях зеленых насаждений Беларуси 13 видов дендрофильных минирующих мух семейства Agromyzidae. Максимально значение показателя физиологической вредоспособности у березовой минирующей мухи (*A. alnibetulae*). У раннего жимолостного минера (*A. cornigera*) при минимальном значении показателя физиологической вредоспособности значение показателя экологически обусловленной вредоносности было максимальным при среднем уровне расчетного индекса общей вредоносности, что обусловлено комплексностью подхода к оценкам последнего количественного показателя. Максимальна общая вредоносность жимолостной (*Ch. lonicerae*), карагановой (*A. caraganae*) и спирейной (*A. spiraeoidearum*) минирующих мушек, что связано, в том числе, с широкой распространенностью в декоративных зеленых насаждениях и ценностью повреждаемых ими растений.

Список литературы

1. Волосач, М.В. Краткий обзор минирующих мух (Diptera, Agromyzidae) фауны Беларуси / М.В. Волосач // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: сб. статей II Международной науч.-практ. конф., Минск, 6–8 сентября 2017 г.; редкол.: О.И. Бородин, В.А. Цинкевич. – Минск: А.Н. Вараксин, 2017. – С. 112–115.

2. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В.И. Гусев. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 472 с.

3. Нарчук, Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны) / Э.П. Нарчук // Труды Зоологического института РАН. – 2003. – Т. 294. – 251 с.

4. Нестерович, Н.Д. Интродукционные районы и древесные растения для зеленого строительства в Белорусской ССР: (справочник) / Н.Д. Нестерович; Акад. наук БССР, Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича. − Минск: Наука и техника, 1982. − 111 с.

5. Петров, Д.Л. Комплексная оценка уровня вредоносности тератформирующих тлей в декоративных древесных насаждениях / Д.Л. Петров, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 32. – С. 305–315.

6. Сауткин, Ф.В. Опыт оценки уровня вредоносности минеров-филлобионтов – вредителей декоративных кустарников в зеленых насаждениях Беларуси / Ф.В. Сауткин, С.И. Евдошенко, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 36. – С. 198–210.

7. W.N. Ellis. Plant parasites of Europe: leafminers, galls and fungi [Electronic resource] / W.N. Ellis. – Zoölogisch Museum Amsterdam – Nijmegen, 2019. – Mode of access: http://www.bladmineerders.nl. – Date of access: 2.05.2019.

8. British leafminers [Electronic resource] / R. Edmunds, 2019. – Mode of access: http://www.ukflymines.co.uk. – Date of access: 2.05.2019.

9. Černý, M. Additional records of Agromyzidae (Diptera) from the West Palaearctic Region / M. Černý // Čas. Slez. Muz. Opava (A). – 2013. – N. 62. – P. 281–288.

10. Fauna Europaea [Electronic resource]. – 2013. Ver. 2.6. – Mode of access: http://www.faunaeur.org. – Date of access: 2.05.2019.

11. Ortiz, R.G. Biosystematic contributions to Agromyzidae: Thesis doctoral: Oct. 2009 / R.G. Ortiz; Universidad Politécnica de Valencia. – Valencia, 2009. – 422 p.

12. Spencer, K.A. Agromyzidae (Diptera) of economic importance / K.A. Spencer. – The Hague: Dr. W. Junk b.v., 1973. – 418 p.

13. The leaf and stem mines of British flies and other insects [Electronic resource] / B. Pitkin [et al.]. London, 2019. – Mode of access: http://www.leafmines.co.uk. – Date of access: 2.05.2019.

M.V. Volosach, S.V. Buga
Belarusian State University, Minsk

COMPLEX HARMFULNESS ASSESSMENT OF MINING FLIES (DIPERA: AGROMYZIDAE) – PESTS OF ORNAMENTAL WOODY PLANTS IN BELARUS

Annotation. A review of dendrophilous leaf mining flies (Agromyzidae), feeding on ornamental plants in Belarus has been presented, lists of damaged plants and brief descriptions of mines are given. The indexes of physiological injuriousness, ecologically conditioned and general harmfulness for 13 species of mining flies, damaging ornamental woody plants in conditions of green plantings, are calculated. On the basis of the data obtained, the miners have been divided into groups according to the level of their harmfulness in decorative greenery of Belarus.

Key words: phyllobionts, injuriousness, pests of ornamental plants.

УДК 632.752.3 (476)

Д.Г. Жоров, Е.И. Гляковская, С.В. Буга
Белорусский государственный университет, г. Минск

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРЕДОНОСНОСТИ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ГЕМИПТЕРОИДНЫХ НАСЕКОМЫХ В ДЕКОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РАЗНЫХ ДЕНДРОЛОГО-ИНТРОДУКЦИОННЫХ РАЙОНОВ БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. На основании данных многолетних обследований даны оценки физиологической вредоспособности, экологической (экологически обусловленной) и общей вредоносности 14 инвазивных видов открытоживущих гемиптероидных насекомых – вредителей декоративных деревьев и кустарников в условиях зеленых насаждений 5 районов интродукции древесных растений в Беларуси. Расчетный показатель физиологической вредоспособности в целом поступательно возрастал от Северного, Северо-Центрального районов к Южно-Центральному, Западному и Южному, что связано с увеличением продолжительности периода вегетации кормовых растений фитофагов и периода нанесения последними вреда и/или присутствия повреждений вредителями. Статистически достоверные различия значений показателя экологической и общей вредоносности выявлены между Южным/Западным, Южным/Южно-Центральным, Южным/Северо-Центральным, Южным/Северным, Западным/Южно-Центральным, Западным/Северо-Центральным, Западным/Северным, Южно-Центральным/Северо-Центральным и Северным/Южно-Центральным районами интродукции. В целом, уровни экологической и общей вредоносности инвазивных видов открытоживущих гемиптероидных насекомых выше в условиях Южного и Западного по сравнению с Северо-Центральным и Северным районами интродукции древесных растений.

Ключевые слова: биологические инвазии, сосущие фитофаги, насекомые, вредители, интродуценты, чужеродные для фауны виды.

Введение. В Республике Беларусь большое внимание уделяется благоустройству населенных пунктов с целью создания среды, благоприятной для жизни и деятельности человека. Зеленые насаждения являются неотъемлемым элементом архитектурно-планировочной структуры населенных пунктов [1]. Санитарно-гигиеническое и эстетическое значение разного типа декоративных насаждений очевидно, однако вредители и болезни могут оказывать негативное влияние на их состояние [2, 3]. Питание фитофагов имеет следствием существенные изменения естественного облика декоративных растений,

которые могут быть как обратимыми, так и необратимыми, – последние не могут быть компенсированы в течение текущего вегетационного сезона. При повреждениях растений вредителями уменьшается накопление пластических веществ, ухудшается водообеспеченность, усиливаются процессы дыхания [4, 5]; у древесных и кустарниковых растений – снижаются прирост, зимостойкость, а также устойчивость к неблагоприятным воздействиям факторов среды [2].

Наиболее опасными фитофагами – вредителями декоративных зеленых насаждений считаются те виды насекомых, которые ежегодно дают вспышки массового размножения, приводят к сильному ослаблению и угнетению древесных растений, инициируют образование различного вида терат, преждевременное пожелтение и опадение листвы, отмирание отдельных ветвей растений или полную их гибель [2, 6]. В частности, питание многих сосущих насекомых сопровождается деформацией молодых неодревесневших побегов, листовых пластинок, их хлоротизацией, а также обильной продукцией медвяной росы, или пади, на которой активно развиваются сажистые и дрожжевые грибы, накапливаются пылевые частицы, что приводит к нарушению как физиологического состояния самого растения, так и утрате его декоративных, эстетических качеств. Практическое значение имеет вопрос о возможности преодоления вызванных сосущими насекомыми повреждений либо иных последствий деятельности фитофагов в течение текущего вегетационного сезона. Так, падевые выделения могут быть смыты вместе с пылевыми частицами ливнями либо затяжными дождями, а деформированные части растений – удалены в процессе декоративной обрезки. В данном аспекте особое значение приобретают временные интервалы, когда наносятся повреждения, необратимо ухудшающие эстетические свойства растений, – в начале либо конце вегетационного сезона. Поэтому параметр «период нанесения вреда» фигурирует в расчетах соответствующих показателей количественной оценки уровней общей вредоносности фитофагов в декоративных зеленых насаждениях [7, 8].

В интересах разработки и реализации систем защитных мероприятий декоративных зеленых насаждений необходимы количественные оценки уровней вредоспособности и вредоносности растительноядных беспозвоночных и других вредителей [9]. Установление уровней вредоносности отдельных фитофагов необходимо для выбора объектов мониторинга декоративных древесных насаждений в целях контроля энтомофитосанитарной ситуации и принятия научно обоснованных мер по контролю популяций вредителей. При этом отсутствует общепринятая универсальная, применимая к фитофагам разных трофоэкологических групп методика количественной оценки вредоспособности и вредоносности

вредителей декоративных насаждений. Ранее Е.Г. Куликовой [10] была предложена методика количественной оценки вредоспособности и вредоносности кокцид, которая может быть распространена и на открытоживущих сосущих членистоногих других таксонов, в частности, инвазивных гемиптероидных насекомых, для которых уже выполнены разноплановые исследования биологических основ вредоносности [11].

Целью настоящей работы является сравнительная оценка вредоспособности и вредоносности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов – вредителей декоративных зеленых насаждений в условиях разных районов интродукции древесных растений в Беларуси.

Материалы и методика проведения. В основу работы положены результаты многолетних, с 2012 г. по 2018 г., энтомо-фитопатологических обследований с целью выявления инвазивных видов сосущих растительноядных насекомых и инициируемых ими повреждений лиственных древесных растений, произрастающих в декоративных зеленых насаждениях городов, поселков городского типа и иных населенных пунктов на территории всех 5 выделенных академиком Н.Д. Нестеровичем [12] интродукционно-дендрологических районов Беларуси. Коллектированных насекомых фиксировали в 70–75 %-ном этаноле [13]. Идентификацию видовой принадлежности собранного материала осуществляли с использованием определительных ключей по инвазивным видам гемиптероидных насекомых Беларуси [13].

Значение показателя вредоносности открытоживущих сосущих фитофагов рассчитывали по методике комплексной оценки вредоносности и вредоспособности, предложенной Е.Г. Куликовой [10], которая предусматривает учет следующих количественных показателей:

1) тип питания: 1 балл – повреждающие камбий, 0,5 балла – не повреждающие камбий; 2) продолжительность питания: 1 балл – 20 дней (для лиственных пород), 1 балл – 10 дней (для хвойных, у которых наблюдается смена ассимилирующих органов реже одного раза в год); 3) характер заселения растения: 1 балл – заселение всего растения; 0,5 балла – заселение отдельных частей растения; 0,1 балла – локальное заселение, или создание отдельных «убежищ»; 4) последствия нанесенных повреждений: 3 балла – сильное снижение декоративных свойств; 2 балла – слабое снижение декоративных свойств; 1 балл – отсутствие заметных повреждений; 5) экологическая пластичность, или способность заселять разнообразные типы насаждений: 3 балла – все типы насаждений; 2 балла – более половины имеющихся типов насаждений; 1 балл – единичные типы насаждений; 6) экологическая значимость и ценность повреждаемых пород: 3 балла – повреждение ценных пород

с существенной долей в балансе зеленых насаждений; 2 балла – повреждение ценных пород с несущественной долей в балансе зеленых насаждений; 1 балл – повреждение малоценных, а также относительно ценных пород с незначительной долей в балансе зеленых насаждений.

Первые два параметра, тип питания и продолжительность питания, при перемножении результируют показатель физиологически обусловленной вредоспособности, а произведение четырех остальных – экологической (экологически обусловленной) вредоносности, или снижения декоративности по экологически обусловленным аспектам. Для расчета общей вредоносности показатели физиологической вредоспособности и экологической вредоносности перемножают между собой (число генерации за сезон не выставлялось, поскольку продолжительность питания интерпретирована как период развития всех поколений вредителя в течение вегетационного сезона).

Исходя из типа рассматриваемых данных, для сравнения значений на основе выполненных оценок расчетных показателей физиологической вредоспособности, общей и экологической вредоносности, для подтверждения статистической достоверности имеющихся различий может быть использован критерий знаков [14]. В качестве пограничного уровня предложено значение p=0,05, в соответствующем руководстве [14] приведены значения граничной величины. Аккумуляция и обработка данных выполнена средствами табличного процессора LibreOffice Calc 5.4.4.

Результаты и их обсуждение. Результаты оценки показателей: тип и продолжительность питания, характер заселения растения, экологическая значимость и ценность повреждаемых пород, последствия нанесенных повреждений, экологическая пластичность, а также расчетные – физиологической вредоспособности, общей и экологической вредоносности для условий всех 5 (Южного (Ю), Западного (З), Южно-Центрального (ЮЦ), Северо-Центрального (СЦ) и Северного (С)) интродукционно-дендрологических районов Беларуси (по Н.Д. Нестеровичу [12]) аккумулированы в таблицах 1 и 2.

На основании имеющихся расчетных данных физиологической вредоспособности, общей и экологической вредоносности (таблица 2) в условиях всех 5 районов интродукции древесных растений в Беларуси с использованием критерия знаков были установлены статистически достоверные различия для трех вышеуказанных показателей (таблицы 3–5).

Таблица 1 – Количественные оценки параметров вредоносности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в условиях 5 интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Фитофаг	Продолжительность питания (сутки)					Экологическая пластичность (балл)					Экологическая значимость и ценность повреждаемых пород (балл)					Характер заселения растения (балл)				
	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С
Acyrthosiphon caraganae	2	2	2	2,5	2,5	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	1	1
Aphis craccivora	2,5	1,5	2	1,5	1	3	2	2	1	1	2	2	2	1	1	3	3	2	1	1
Aphis gossypii	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aphis spiraecola	7,5	6,5	6,5	5,5	5,5	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2
Appendiseta robiniae	7,5	7	7	6,5	–	1	1	1	1	–	2	1	1	1	–	2	2	2	2	–
Capitophorus elaeagni	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Capitophorus hippophaes	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chromaphis juglandicola	2	2	–	2	–	1	1	–	1	–	2	2	–	1	–	1	1	–	1	–
Drepanosiphum platanoidis	8,5	8	–	6	–	1	1	–	1	–	1	1	–	1	–	3	3	–	3	–
Myzus cerasi	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1
Panaphis juglandis	2	2	2	2	–	3	2	1	1	–	2	2	2	1	–	3	2	1	1	–
Therioaphis tenera	2	2	2	2,5	2,5	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	2	2
Tinocallis saltans	7,5	7	6,5	6	6	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	2	2
Stictocephala bisonia	6	5,5	5,5	–	–	2	1	1	–	–	3	3	3	–	–	2	2	2	–	–

Таблица 2 – Значения расчетных показателей физиологической вредоспособности, общей и экологической вредоносности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в условиях 5 интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Фитофаг	Физиологическая вредоспособность (балл)					Общая вредоносность (балл)					Экологическая вредоносность (балл)				
	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С
Acyrthosiphon caraganae	1	1	1	1,25	1,25	4	2	1	0,1	0,1	4	2	1	0,125	0,125
Aphis craccivora	1,25	0,75	1	0,75	0,5	18	12	6	0,3	0,3	22,5	9	6	0,225	0,15
Aphis gossypii	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,05	0,05	0,05	0,05
Aphis spiraecola	3,75	3,25	3,25	2,75	2,75	8	8	8	2	2	30	26	26	5,5	5,5
Appendiseta robiniae	3,75	3,5	3,5	3,25	–	2	1	1	1	–	7,5	3,5	3,5	3,25	–
Capitophorus elaeagni	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,75	0,075	0,075	0,075	0,075
Capitophorus hippophaes	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,75	0,075	0,075	0,075	0,075
Chromaphis juglandicola	1	1	–	1	–	0,2	0,2	–	0,1	–	0,2	0,2	–	0,1	–
Drepanosiphum platanoidis	4,25	4	–	3	–	2	2	–	2	–	8,5	8	–	6	–
Myzus cerasi	1,75	1,75	1,75	1,5	1,5	9	4,5	3	0,3	0,3	15,75	7,875	5,25	0,45	0,45
Panaphis juglandis	1	1	1	1	–	12	4	0,4	0,2	–	12	4	0,4	0,2	–
Therioaphis tenera	1	1	1	1,25	1,25	8	4	2	1	1	8	4	2	1,25	1,25
Tinocallis saltans	3,75	3,5	3,25	3	3	12	12	8	2	2	45	42	26	6	6
Stictocephala bisonia	6	5,5	5,5	–	–	6	3	3	–	–	36	16,5	16,5	–	–

Таблица 3 – Сравнение с использованием критерия знаков (n+|n-) значений расчетного показателя физиологической вредоспособности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в условиях 5 интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Район интродукции	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С
Ю		6|0*	7|0*	7|2**	9|2**
З	0|6*		3|1*	6|2***	9|2**
ЮЦ	0|7*	1|3*		6|4***	6|3***
СЦ	2|7**	2|6***	4|6***		5|0*
С	2|9**	2|9**	2|7**	0|5*	

Примечание: * – критерий знаков не применим, ** – есть различия; * – различия отсутствуют; N=4, критерий знаков не применим; N=6, критерий знаков не применим; N=7, критерий знаков не применим; N=8, (5 % = 1); N=9, (5 % = 2); N=10, (5 % = 2); N=11, (5 % = 2).**

На основании сравнительного анализа данных параметра физиологической вредоспособности (таблица 3) следует, что для пар сравнения Южный/Западный, Южный/Южно-Центральный, Западный/Южно-Центральный, Северный/Северо-Центральный районы интродукции древесных растений в Беларуси критерий знаков не может быть применим в связи с отсутствием полученных выборочных данных в таблице значений данного критерия. Статистически достоверные различия были отмечены в 5 парах сравнения: Южный/Северо-Центральный, Южный/Северный, Западный/Северный, Северо-Центральный/Южный и Южно-Центральный/Северный районы интродукции древесных растений. Различия по исследуемому расчетному параметру связаны с увеличением периода вегетационного сезона, а, соответственно, и продолжительности питания открытоживущих растительноядных насекомых на кормовом растении-хозяине.

Таблица 4 – Сравнение с использованием критерия знаков (n+|n-) значений расчетного показателя экологической (экологически обусловленной) вредоносности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в условиях 5 интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Район интродукции	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С
Ю		13|0**	14|0**	14|0**	14|0**
З	0|13**		8|0**	11|0**	11|0**
ЮЦ	0|14**	0|8**		9|2**	9|0**
СЦ	0|14**	0|11**	2|9**		5|0*
С	0|14**	0|11**	0|9**	0|5*	

Примечание: * – критерий знаков не применим, ** – есть различия; N=5, критерий знаков не применим; N=6, критерий знаков не применим; N=8, (5 % = 1); N=9, (5 % = 2); N=11, (5 % = 2); N=13, (5 % = 3); N=14, (5 % = 3).

Таблица 5 – Сравнение с использованием критерия знаков (n+|n-) значений расчетного показателя общей вредоносности инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в условиях 5 интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Район интродукции	Ю	З	ЮЦ	СЦ	С
Ю		10|0**	13|0**	13|0**	14|0**
З	0|10**		8|0**	9|0**	11|0**
ЮЦ	0|13**	0|8**		8|2**	9|0**
СЦ	0|13**	0|9**	2|8**		4|0*
С	0|14**	0|11**	0|9**	0|4*	

Примечание: * – критерий знаков не применим, ** – есть различия; N=4, критерий знаков не применим; N=8, (5 % = 1); N=9, (5 % = 2); N=10, (5 % = 2); N=11, (5 % = 2); N=13, (5 % = 3); N=14, (5 % = 3)

Статистически достоверные различия по параметру экологически обусловленной потери декоративности (экологической вредоносности) отмечаются в тех же парах сравнения, что и по параметру общей вредоносности, за исключением пары Северный/Северо-Центральный интродукционные районы, т.к. здесь критерий знаков неприменим (таблица 4).

Для расчетного показателя общей вредоносности статистически достоверные различия отмечены во всех парах сравнения районов интродукции древесных растений (таблица 5), за исключением пары Северный/Северо-Центральный интродукционные районы, т.к. в данном случае критерий знаков неприменим. Полученные результаты сравнительного анализа показывают, что более продолжительный вегетационный сезон и повышенные температурные режимы южных районов интродукции древесных растений определяют более высокую степень общей вредоносности, по сравнению с северными районами, в которых период вегетации и температурные режимы несколько ниже.

По результатам попарного сравнения данных расчетных параметров, полученных для 5 районов интродукции древесных растений, показано, что между значениями показателей общей и экологической вредоносности прослеживаются корреляционные связи, что определяется более благоприятными для развития растительноядных насекомых-вредителей природно-климатическими и вегетационными условиями в южных интродукционно-дендрологических районах, чем в промежуточных и северных, а, соответственно, и более высокими значениями этих показателей.

Заключение. На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1) по показателю физиологической вредоспособности открытоживущих инвазивных сосущих гемиптероидных насекомых статистически

достоверные различия были отмечены в парах сравнения Южный/Северо-Центральный, Южный/Северный, Западный/Северный, Северо-Центральный/Южный и Южно-Центральный/Северный районы интродукции древесных растений, что связано с увеличением периода вегетационного сезона, а, соответственно, и продолжительности питания фитофагов на кормовом растении;

2) по показателям общей и экологической вредоносности статистически достоверные различия были отмечены во всех парах сравнения, за исключением пары Северный/Северо-Центральный районы интродукции растений;

3) значения расчетных показателей общей и экологической (экологически обусловленной) вредоносности поступательно возрастают в последовательности Северный/Северо-Центральный/Южно-Центральный/Западный/Южный дендро-интродукционные районы, что соответствует общим трендам роста вредоносности фитофагов-вредителей в регионах с более теплым климатом и большей продолжительностью вегетации.

Список литературы

1. Чаховский, А.А. Декоративная дендрология Белоруссии / А.А. Чаховский, Н.В. Шкутко. – Минск: Ураджай, 1979. – 213 с.

2. Рупайс, А.А. Вредители деревьев и кустарников в зеленых насаждениях Латвийской ССР / А.А. Рупайс. – Рига: Зинатне, 1981. – 264 с.

3. Горленко, С.В. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам / С.В. Горленко, А.И. Блинцов, Н.А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1988. – 189 с.

4. Слепян, Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений. Галлогенез и паразитарный тератогенез / Э.И. Слепян. – Л.: Наука, 1973. – 512 с.

5. Верещагин, Б.В. Тли Молдавии / Б.В. Верещагин, А.В. Андреев, А.Б. Верещагина. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 158 с.

6. Воронцов, А.И. Защита городских насаждений от вредителей и болезней / А.И. Воронцов, И.Н. Предтеченский, Г.В. Сазонова. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1963. – 163 с.

7. Петров, Д.Л. Комплексная оценка уровня вредоносности тератформирующих тлей в декоративных древесных насаждениях / Д.Л. Петров, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 32. – С. 305–315.

8. Сауткин, Ф.В. Опыт оценки уровня вредоносности минеров-филлобионтов – вредителей декоративных кустарников в зеленых насаждениях Беларуси / Ф.В. Сауткин, С.И. Евдошенко, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 36. – С. 198–210.

9. Мозолевская, Е.Г. Особенности вспышек массового размножения листогрызущих насекомых в Москве / Е.Г. Мозолевская // Известия Жилищно-Коммунальной академии. Городское хозяйство и экология. – М.: АКХ им. Н.Д. Памфилова. – 1996. – № 2. – С. 13–15.

10. Куликова, Е.Г. Оценка вредоносности кокцид / Е.Г. Куликова // Защита растений. – 1987. – № 10. – С. 27–28.

11. Жоров, Д.Г. Инвазивные виды гемиптероидных насекомых (Insecta: Hemipteroidea) Беларуси (таксономический состав, экологические группы, географическое распространение, биологические основы вредоносности): автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.02.05 / Д.Г. Жоров; Белорусский государственный университет. – Минск, 2017. – 25 с.

12. Нестерович, Н.Д. Интродукционные районы и древесные растения для зеленого строительства в Белорусской ССР / Н.Д. Нестерович. – Минск: Наука и техника, 1982. – 111 с.
13. Жоров, Д.Г. Тли (Aphidoidea) интродуцированных растений: методические рекомендации по определению / Д.Г. Жоров, С.В. Буга. – Минск: БГУ, 2017. – 32 с.
14. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.

D.G. Zhorov, K.I. Hliakouskaya, S.V. Buga
Belarusian State University, Minsk, Belarus

EVALUATION OF HARMFULNESS INDICES OF HEMIPTEROID INSECTS INVASIVE SPECIES IN DECORATIVE STANDS OF DIFFERENT INTRODUCTION-DENDROLOGICAL AREAS OF BELARUS

Annotation. Based on the results of perennial surveys of trees and shrubs of ornamental green stands an assessment of the physiological harmlessness, environmental (environmentally determined) and total harmfulness of 14 invasive species of open-living hemipteroid insects in the conditions of 5 areas of woody plants introduction in Belarus is provided. Estimated indicator of physiological harmlessness progressively increased from the Northern, North-Central regions to the South-Central, West and South, which is associated with an increase in the vegetation period of phytophagous fodder plants and the duration period of damage caused by pests. Statistically significant differences in the values of the indicator of environmental and total harmfulness have been found between South/West, South/South-Central, South/North-Central, South/North, West/South-Central, West/North-Central, West/North, South-Central/North-Central and Northern/South-Central regions of introduction. In general, the levels of ecological and total harmfulness of invasive species of open-lived hemipteroid insects are higher in the conditions of the Southern and Western than in the North-Central and Northern regions of woody plants introduction.

Key words: biological invasions, sucking phytophages,insects, pests, introducents, invasive for fauna species.

Ключевые слова: биологические инвазии, сосущие фитофаги, насекомые, вредители, интродуценты, чужеродные для фауны виды.

УДК 632.786:633.15(477)

Ю.Н. Ляска, А.А. Стригун
Институт защиты растений НААН Украины, г. Киев, Украина

ВРЕДОНОСНОСТЬ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ НА КУКУРУЗЕ В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

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

Аннотация. В статье изложены результаты исследований проведенных в 2017–2018 гг. по вредоносности *Helicoverpa armigera* Hbn. на гибридах кукурузы различных сроков созревания. Установлено, что большинство гибридов кукурузы восприимчивы к вредителю. Выявлено, что заселение растений кукурузы гусеницами хлопковой совки происходило неравномерно (12,5–77,5 %) в независимости от группы спелости данных гибридов. Относительно повреждаемости гусеницами самих початков, разница между гибридами различных сроков созревания ощутимая. Так, наиболее поврежденными початки кукурузы были у среднеспелых гибридов (Деметра и Аджамка), а наименее поврежденными – у среднеранних гибридов (Свитязь, Вита и 3472 (Монсанто)).

Ключевые слова: хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn., гибриды кукурузы, сроки созревания, распространенность, поврежденность, заселенность.

Введение. Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn., ряд Lepidoptera, семейство Noctuidae) известна од несколькими латинскими названиями *Chloridea armigera* Hbn., *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa obsoleta* Auct., *Heliothis armigera* Hbn., *Heliothis fuscal*, *Heliothis obsoleta* Auct., *Heliothis rama*, *Noctua armigera* Hbn. Английское название вредителя таково: *African cotton bollworm*; *corn earworm*; *gram pod borer*; *grub*, *tomato*; *old world bollworm*; *tobacco budworm* [1].

К семейству Noctuidae относится более 35000 тыс. только вредных видов, а их возможная общая численность может достигать 100 тыс. видов.

На многочисленных международных научных форумах в последнее время постоянно обсуждают стратегию регулирования численности неаборигенных вредителей, появляющихся в северных регионах. Это касается, прежде всего, хлопковой совки.

Географическое распространение. Первые сведения о хлопковой совке в литературе стали появляться во второй половине XIX века. Уже тогда, по данным Ф. Кеппена (1883), этот вид был широко распространен в большей части Европы, Средней и Южной Азии, Америке, Африке и Австралии [2].

Ареал распространения хлопковой совки большой и охватывает в большей степени тропические и субтропические области, а также Среднюю и Южную Европу, умеренные области Азии [3, 4], Африки

[5], Австралии [6, 7]. Высокая численность отмечалась в Албании, Алжире, Болгарии, Югославии, Венгрии [8], Италии, Египте, на юге Франции, Испании, Португалии, Греции, Израиле [9], Молдове, Предкавказье, Закавказье, Казахстане, Средней Азии, южной России [10, 11] и на юге и центре Украины [12, 13].

Биология развития. Зимует куколка в почве. Весной, когда температура почвы на глубине 10 см достигает +15...+16 °С, а среднесуточная температура воздуха – +18...+20 °С проходит вылет имаго фитофага. Основная масса вылетает в течение 10–15 дней, однако общая продолжительность вылета растягивается на месяц и более. Яйца откладывают разрозненно: по одному на листья кукурузы и чаще всего на рыльца початков и метелку. Эмбриональное развитие продолжается 4–12 дней весной и осенью, и 2–4 дня летом. Сначала гусеница питается теми частями растений, на которых она отродилась, а с III возраста переходит на генеративные органы. Продолжительность развития гусениц составляет 11–32 дня, куколки – 12–17. За год развивается 1–5 поколений [14, 15, 16].

Вредоносность. Гусеница фитофага может питаться более чем 120 видами растений. Основными повреждаемыми культурами являются кукуруза, нут, томаты, а также люцерна, соя и другие.

После отрождения из яйца гусеницы хлопковой совки питаются маточными нитями початка. В последствии повреждения нитей на цветущих початках гусеницами старших возрастов, нормального опыления не происходит, в результате чего зерна не формируются. Но чаще всего, гусеницы питаются зерном молочной и молочно-восковой спелости. Они прогрызают себе путь к зернам через плотно упакованые маточные нити (рыльца), питаясь зерном початка, делают в нем ходы, заполненные червоточиной. Скопление продуктов жизнедеятельности гусениц и остатки после их питания способствуют развитию возбудителей грибных болезней, что приводит к дополнительным потерям урожая [17, 18, 19].

В настоящее время *Helicoverpa armigera* Hbn. считается экономически важным вредителем. Например, в Индии потери хлопчатника в 2012–2013 гг. достигали 30–40 %. В Бразилии повреждения гусеницами хлопковой совки кукурузы, привели к недобору урожая от 12–25 % по данным за 2013 г. В США хлопковую совку считают одним из самых опасных вредителей сельскохозяйственных растений.

В Европе также значительный ущерб наносит этот неаборигенный вредитель. Убытки от повреждения кукурузы достигают 15–18 %, а в отдельные годы до 30 % [20]. По данным Ю.В. Белявского, на севере Полтавской области в 2007 г. зафиксировали значительное повреждение початков (до 70 %) большинства среднеспелых и позднеспелых гибридов

кукурузы. В условиях Левобережной Лесостепи в 2007 г. на посевах кукурузы произошла трансформация ранее незаметного вида в экономически доминирующий [13]. На территории Украины в Запорожской, Черкасской, Харьковской областях в 2011 г. гусеницами хлопковой совки в течение вегетационного периода повреждалось до 35 %, а в Крыму и Кировоградской области до 55–60 % растений подсолнечника, початков кукурузы, овощных культур. В некоторых районах Харьковской, Запорожской и Донецкой областей повреждения фитофагом подсолнечника и кукурузы достигало 84 % [21]. По данным А.В. Кузьминского в Луганской области заселялись все посевы кукурузы с повреждением от 25–100 % початков. В 2011–2012 гг. вредитель находился в фазе массового размножения, а в 2013 г. достиг пика численности. Не обнаружено гибридов, которые не повреждались бы данным видом фитофага. В среднем в годы исследований повреждалось 60,6 % початков (в 2011 г. – 45,5 %, 2012 г. – 54,9 и в 2013 – 87,8 %) [22].

Целью наших исследований было определение вредоносности хлопковой совки в посевах кукурузы в зоне Левобережной Лесостепи Украины.

Место, условия и методика проведения исследований. Исследования проводились на полях Черкасской опытной станции биоресурсов ННЦ «Института земледелия НААН» в 2017–2018 гг. (Драбовское отделения). Почва – чернозем типичный малогумусный на карбонатном лессе, с содержанием в пахотном слое: гумуса (по Тюрину) – 2,58–3,08 %; P2O5 (по Труогу) – 9,0; K2O (по Бровкиной) – 12 мг на 100 г почвы, реакция почвенного раствора – близкая к нейтральной (pH 6,8–7,1). Климат в зоне проведения исследований умеренно континентальный.

Выращивание кукурузы проводили в соответствии с технологией, рекомендованной для зоны Лесостепи Черкасской области – лущение на 10–12 см, вспашка на 23–25 см, предпосевная культивация на глубину 8–10 см, сев осуществляли севалкой «KINZE 3000» с одновременным внесением нитроаммофоски из расчета N56P26K26. После всходов кукурузы в фазу 2–5 листьев была осуществлена обработка гербицидом ТАСК Экстра с нормой расхода 0,44 кг/га.

Для изучения уровня заселенности вредителем и степени повреждения, были высеяны 11 гибридов кукурузы различных сроков созревания селекции Института зерновых культур НААН и два гибрида иностранной селекции.

Гибриды кукурузы сеяли семенами F1 в один срок. Семена протравителями не обрабатывали. Размер опытных участков 56 м2, в четырех повторностях. Общая площадь опыта – 0,35 га.

Начало и интенсивность лета бабочек хлопковой совки определяли с помощью феромонов фирм «Syngenta» и «Биохим тех». Ловушки устанавливали на высоте 1 м от поверхности почвы. Сбор имаго самцов проводили со второй декады июня до конца октября. Имаго с помощью пинцета выбирали в емкость с водой и подсчитывали общее количество. В лаборатории их отмывали в воде, размещали на фильтровальную бумагу, подсушивали, расправляли, рассматривали под микроскопом и фотографировали. До появления первой бабочки в ловушке, наблюдения проводили ежедневно, а затем каждые три дня. Наличие гусениц на посевах и их численность устанавливали подсчетом гусениц на 100 растениях. В результате определяли среднюю численность гусениц из расчета на 1 м^2 или на одно растение, их возрастной состав и количество.

Оценку поврежденности проводили во время уборки – на опытных участках осматривали собранные початки и вычисляли процент поврежденных по обще принятым методикам.

Результаты исследований. Результаты, приведенные в таблице 1 свидетельствуют, что нельзя четко выделить, какая группа гибридов кукурузы больше заселялась хлопковой совкой. Для раннеспелых гибридов в 2017 г. процент заселения составил 46,6 %, а в 2018 г. – 54,0 %. Для группы среднеранних гибридов кукурузы процент заселенных растений составил в 2017 г. 44,3 %, а в 2018 г. – 43,0 % и для среднеспелых гибридов заселения в 2017 г. было 53,1 % и в 2018 г. – 52,5 %. Гибрид Зоряна из группы раннеспелых гибридов имел самую высокую численность гусениц вредителя в 2017 г. – 79,3 экз./100 растений, и 85,5 экз./100 растений в 2018 г. Из группы среднеранних гибридов кукурузы Оржыца как и в 2017 г. так и в 2018 г. имел самый высокий процент заселения и численности гусеницы хлопковой совки, в 2017 г. численность гусениц была 80,6 экз./100 растений, а в 2018 г. – 87,3 экземпляров на 100 растений, кстати, это была наибольшая численность гусениц за два года. Из группы среднеспелых гибридов самая высокая численность гусениц *Helicoverpa armigera* Hbn. в 2017 г. была отмечена на гибриде Аджамка и составила 82,5 экз./100 растений, а в 2018 г. на гибриде Деметра – 77,8 экз./100 растений.

Наименьший процент заселения данным вредителем (25 %) в 2017 г. отмечено у среднераннего гибрида 3473 фирмы «Монсанто», численность гусениц составила 28 экз./100 растений. А в 2018 г. самый низкий процент заселения – 12,5 % с численностью гусениц хлопковой совки 18 экз./100 растений установлен у среднераннего гибрида Свитязь. Из данных таблицы 1 видно, что заселение всех гибридов кукурузы хлопковой совкой проходило неравномерно (12,5 %–77,5 %) и не зависело от сроков созревания культуры.

Таблица 1 – Заселенность гибридов кукурузы гусеницами хлопковой совки в фазу молочно-восковой спелости зерна (Черкасская исследовательская станция биоресурсов ННЦ «Института земледелия НААН», 2017-2018 гг.)

Название гибрида	2017 г.		2018 г.	
	экз./100 растений	заселено растений, %	экз./100 растений	заселено растений, %
Раннеспелые				
Почаевский	43,5	35,0	69,5	52,0
Меотида	42,3	32,5	49,3	40,0
Зоряна	79,3	72,5	85,5	70,0
среднее	55,1	46,6	68,1	54,0
Среднеранние				
Свитязь	44,0	37,5	18,0	12,5
Вита	39,5	30,0	35,0	27,5
Галатея	62,6	57,2	73,0	65,0
Оржыца	80,6	77,5	87,3	72,5
3472 (Монсанто)	28,0	25,0	31,3	27,7
Maxxalia (R.A.G.T.)	44,3	38,5	58,8	52,5
среднее	49,8	44,3	50,5	43,0
Среднеспелые				
Днипро	49,8	40,0	56,3	42,5
Моника	53,0	45,0	58,0	45,0
Аджамка	82,5	67,5	69,3	57,5
Деметра	68,5	60,0	77,8	65,0
среднее	63,4	53,1	65,4	52,5

Если по заселению хлопковой совкой нельзя четко выделить, какая группа гибридов была наиболее восприимчивой, то по части поврежденного зерна в початках (рисунок 1) эта разница существенна (таблица 2). Следовательно, часть поврежденного зерна для группы раннеспелых гибридов составила в 2017 г. 3,3 %, в 2018 г. – 4,0 %. Для группы среднеранних в 2017 году эта величина составила 2,9 %, а в 2018 году – 2,6 %. А вот в группе среднеспелых гибридов кукурузы часть поврежденного зерна в початках в 2017 г. составляла 5,9 %, а в 2018 г.– 5,3 %, что в полтора-два раза больше чем в предыдущих двух группах спелости. Самая высокая поврежденность зерна в початках отмечена у гибрида Деметра и достигала 8,8 % в 2017 г., а в 2018 г. – 7,8 %. Это объясняется тем, что зерно среднеспелых гибридов более предпочтительнее для гусениц *Helicoverpa armigera* Hbn. из-за того,

что початки кукурузы этого срока созревания находились только в начале молочно-восковой спелости, а зерно было более мягким и нежным чем в раннеспелых гибридов, а гусеницам, особенно младших возрастов, такое зерно легче повреждать.

Рисунок 1 – Початки кукурузы поврежденные хлопковой совкой (оригинальное фото)

Наименее поврежденные початки в 2017 г. имели раннеспелый гибрид Вита, часть повреждения зерна составила 1,5 % и среднеранний гибрид Свитязь – 1,8 % соответственно. В вегетационном 2018 г. наименьшую часть повреждения имели эти же самые гибриды. Для гибрида кукурузы Вита она составляла 1,6 %, а для гибрида Свитязь – 0,8 %.

Процент поврежденных початков для группы раннеспелых в 2017 г. был 49,7 %, а в 2018 г. – 57,2 %. Для группы среднеранних процент поврежденных початков был в 2017 г. – 51,2 %, в 2018 г. – 44,6 % соответственно и для среднеспелых гибридов кукурузы эти данные были следующими: в 2017 г. – 60,5 %, а в 2018 г. – 55,9 %.

Больше всего поврежденных початков отмечено у среднераннего гибрида кукурузы Оржица, в 2017 – 79,9 %, а в 2018 г. – 73,7 %.

Самый низкий процент поврежденных початков был у среднеранних гибридов. В 2017 г. у гибрида Вита – 34,4 %, а в 2018 г. – 16,2 % у гибрида Свитязь %.

Таблица 2 – Поврежденность початков кукурузы хлопковой совкой (Черкасская исследовательская станция биоресурсов ННЦ «Института земледелия НААН», 2017–2018 гг.)

Название гибрида	2017 г.		2018 г.	
	часть повреждения початков, %	повреждено початков, %	часть повреждения початков, %	повреждено початков, %
Раннеспелые				
Почаевский	2,4	35,5	3,8	55,3
Меотида	2,8	37,8	3,0	46,4
Зоряна	4,8	75,8	5,4	72,8
среднее	3,3	49,7	4,0	57,8
Среднераннее				
Свитязь	1,8	40,0	0,8	16,2
Вита	1,5	34,4	1,6	30,6
Галатея	3,8	69,6	4,2	68,2
Оржыца	4,2	79,9	4,6	73,7
3472 (Монсанто)	2,0	38,5	1,4	28,4
Maxxalia (R.A.G.T.)	3,8	44,6	2,5	50,3
среднее	2,9	51,2	2,6	44,6
Среднеспелые				
Днипро	4,5	49,5	4,2	44,6
Моника	4,8	49,0	4,5	46,5
Аджамка	5,5	72,0	4,8	63,4
Деметра	8,8	71,5	7,8	69,0
среднее	5,9	60,5	5,3	55,9

Выводы

1. Согласно обзора литературных источников следует, что в настоящее время *Helicoverpa armigera* Hbn. считается экономически важным вредителем. Прежде всего, это обусловлено широким ареалом распространения и пластичностью вида. В связи с этим, и учитывая скрытый образ жизни хлопковой совки, ее высокую плодовитость, трофические связи с окружающей средой и особенно с потеплением климата необходимо тщательное соблюдение всех мер по ограничению ее вредоносности и распространения.

2. Заселенность кукурузы хлопковой совкой проходило неравномерно, и не зависело от сроков созревания, но по части повреждаемости зерна эта разница существенна. Наиболее поврежденные початки были у среднеспелых гибридов кукурузы. В 2017 г. часть повреждаемого зерна составляла 5,9 %, а в 2018 г. – 5,3 %, что в полтора-два раза больше чем в предыдущих двух группах спелости. Это объясняется тем, что зерно среднеспелых гибридов более предпочтительнее для гусениц *Helicoverpa armigera* Hbn. из-за того, что зерно кукурузы этих сроков созревания находилось только в начале молочно-восковой спелости, оно было более мягким и нежным по сравнению с раннеспелыми гибридами, а гусеницам, особенно младших возрастов такое зерно легче повреждать.

Список литературы

1. Date of report: 21 November, 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cabi.org/ISC/datasheetreport/26757.

2.Дудка, Є.Л. Фітосанітарний моніторинг посівів кукурудзи / Є.Л. Дудка, Н.І. Пінчук, П.В. Солоний // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – 2003. – Вип. 20. – С. 45–47.

3. Yang, Y. Lifetable of cotton bollworm under different control condition. Y. Yang, X. Pang, G. Liang // The journal of applied ecology. – 2000. – V. 11. – № 6.– P. 856–860.

4. Liu, Z. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hbn.) (Lepidoptera, Noctuidae), on different host plants / Z. Liu, D. Li, P. Gong, K. Wu // Environ. Entomol. – 2004. – V. 33. – № 6. – P. 1570–1576.

5. Parsons, F.S. Investigation on cotton bollworm, *Heliothis armigera* Hbn. Part III. Relationships between oviposition and the flowering curves of food-plants. / F.S. Parsons // Bull. Entomol. Res. – 1940. –Vol. 31. – Part 2. – P. 147–177.

6. Assessing moth migration and population structuring in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera,Noctuidae) at the regional scale: example from the Darling Downs Australia / K. Scott [et al.] // J. Econ. Entomol. – 2005. – V. 98. – № 6. – P. 2210–2219.

7. Population dynamics and gene flow of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) on cotton and grain crops in the Murrumbidgee Valley, Australia / L. Scott [et al.] // Econ. Entomol. – 2006. – V. 99. – № l. – P. 155–163.

8. Balogh, P. The ecological study of cotton bollworm *(Helicoverpa armigera* Hbn 1808) in Hungary / P. Balogh [et al.] // Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. –2004. –V. 69. – № 3. – P. 305–310.

9. Zhou, X. Overwintering and Spring Migration in the Bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Israel. / X. Zhou, S.W. Appelbaum, M. Coll // Environ. Entomol. – 2000. – V. 29 – № 6. – P. 1289–1294.

10. Парулава, Н.И. К вопросу о факторах, определяющих колебания численности хлопковой совки *(Heliothis armigera* Hbn.) в восточной Грузии / Н.И. Парулава, Н.Д. Тулашвили // Тр. института защиты растений Грузии. Тбилиси. –1974. – Т. XXVI. – С. 35–39.

11. Фефелова, Ю.А. Факторы сезонной динамики численности хлопковой совки *Helicoverpa armigera* в Краснодарском крае / Ю.А. Фефелова, А.Н Фролов // Вестник защиты растений. – 2007. – № 1.– С. 47–52.

12. Кузьминський, А.В. Особенности развития хлопковой в Северной Спепи Украины / А.В. Кузьминський, В. П. Федоренко // Защита и карантин растений – 2014. – № 11. – С 36–37.

13. Білявський, Ю.В. Увага: бавовникова совка. вплив зміни клімату на поширення та шкідливість фітофага в посівах кукурудзи/ Ю.В. Білявський, Р.О. Вусатий // Карантин і захист рослин – 2008. – № 6. –С. 2–4.

14. Гончаров, О. Бавовникова совка: життя та смерть у фотографіях./ О. Гончаров // Agroexpert: практичний посібник аграрія – 2017. – № 7. – С. 28–33.

15. Баннікова, К. Моніторинг совок – 2014–2015 рр. серед лускокрилих шкідників бавовникова совка буде із найпоштреніших видів / К. Баннікова, О. Манжора // The Ukrainian Farmer: партнер сучасного фермера. – 2014. – № 10. – С. 74–76.

16. Добровольский, Б.В. Фенология насекомых вредителей сельского хозяйства / Б.В. Добровольский.– Москва: Высшая школа, 1961.– 123 с.

17. Черкашин, В.Н. Хлопковая совка на полевых культурах / В.Н. Черкашин, А.Н. Малыхина, Г.В. Черкашин // Земледелие – 2014.– № 5. – С 35–36.

18. Род, А.Е. Хлопковая совка и меры борьбы с нею: науч. издание / А.Е. Род; Гос. изд. Уз СССР. Ташкент, 1951. – 24 с.

19. Трепашко, Л.И. Опасные вредители кукурузы. / Л.И. Трепашко, С.В. Надточаева, В.В. Головач // Защита и карантин растений.– 2012.– № 9.– С. 18–20.

20. Carneiro, E. Evaluation of insecticides targeting control of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) / E. Carneiro, L.B. Silva, K. Maggioni, //American Journal of Plant Sciences. – 2014. – Т. 5. – №. 18. – С. 2823.

21. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2014 р. // Держветфітослужба. – Київ, 2014. – 284 с

22. Кузьминський, А.В. Стійкість гібридів кукурудзи до лускокрилих шкідників / А.В. Кузьминський // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2013. – № 4. – С. 132–135.

Yu.N. Lyaska, A.A. Strigun
Institute of Plant Protection NAAS of Ukraine. Kiev

HARMFULNESS OF COTTON BOLLWORM ON CORN IN FOREST STEPPE OF UKRAINEU

Annotation. The results of researches of *Helicoverpa armigera* Hbn. pests harmfulness on corn hybrids of different maturation stages conducted in 2017-2018 are presented in the article. Susceptibility of the most corn hybrids to the pest has been determined. It is determined that cotton bollworm population on corn plants has been unequal (12,5–77,5 %) depending on maturity of the given hybrids group. Concerning damage of corn cobs by Cotton bollworm larvae - the difference between hybrids of different term of maturity is a significant. The most damaged corn cobs have been middle ripening hybrids (Demetra and Adgamka), and the least damaged - on middle-early ripening hybrids (Svitjaz, Vita and 3472 (Monsanto)).

Key words: cotton bollworm *Helicoverpa armigera* Hbn., corn hybrids, groups of maturity, persistence, damage, colonization.

УДК 633.15:632.951:632.7

Л.И. Трепашко, А.В. Быковская, О.В. Ильюк
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ИНСЕКТИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВ ДОМИНАНТНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. В статье приведены результаты расчета экономических порогов целесообразности применения инсектицидов для предпосевной обработки семян и в период вегетации для защиты кукурузы от проволочников и стеблевого кукурузного мотылька.

Установлено, что для защиты кукурузы от проволочников предпосевную обработку семян кукурузы при возделывании на зерно препаратами инсектицидного действия целесообразно проводить при численности вредителей до посева 11,0–15,0 ос./м^2, при возделывании на зеленую массу – 17,0–20,0 ос./м^2. В период выбрасывания метелок при возделывании кукурузы на зерно применение инсектицидов в зависимости от их стоимости целесообразно при численности стеблевого мотылька 4,0–8,0 яйцекладок/100 растений, на зеленую массу – 5,0–12,0 яйцекладок/100 растений.

Ключевые слова: стеблевой кукурузный мотылек, проволочники, кукуруза, экономические пороги целесообразности применения инсектицидов.

Введение. Кукуруза является одной из наиболее широко возделываемых зернофуражных культур в мире. По данным ФАО мировое производство кукурузы ежегодно увеличивается, в перспективе к 2024–2025 гг. производство кукурузы вырастет на 15,5 % (по отношению к 2014–2015 гг.) и составит 1 143,3 млн т [4].

В 2018 г. в Беларуси посевные площади кукурузы составили 970,2 тыс. га, из них 168,6 тыс. га на зерно, валовый сбор составил 1,4 млн т, при урожайности 84,1 ц/га. Урожайность зеленой массы достигла 249,0 ц/га. Для получения стабильно высоких урожаев кукурузы необходимо выполнение комплекса агротехнических и химических мероприятий, направленных на защиту от вредителей, потери урожая от которых могут достигать более 20,0 %.

В сложившихся экономических условиях применение инсектицидов должно обеспечивать не только высокую биологическую и хозяйственную эффективность, но и быть рентабельным. Цель наших исследований – определить экономическую целесообразность приме-

нения инсектицидов для защиты от доминантных вредителей кукурузы, возделываемой на зерно и зеленую массу.

Материалы и методы. Учеты динамики численности и вредоносности проволочников и стеблевого кукурузного мотылька проводили путем маршрутных обследований агроценозов кукурузы в научных селекционных учреждениях и опытных станциях, в базовых хозяйствах республики – в Брестской (ОАО «СГЦ «Западный», ОАО «Комаровка», Брестский район); в Гомельской (ОАО «Красная Армия», Рогачевский район), в Минской (РУП «Институт защиты растений», ОАО «Гастелловское» и ОАО «Щомыслица», Минский район) областях.

Фенологические фазы кукурузы отмечали согласно коду ВВСН через 7-10 дней.

Численность проволочников учитывали до сева кукурузы и в фазе 3–4 листьев методом почвенных раскопок на глубину до 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого, диаметром 11,3 см (площадь рабочей поверхности 0,01 м^2). Проводили отбор 20 почвенных проб с опытного участка, затем устанавливали среднюю численность вредителей (особь на 1 м^2).

Численность проволочников на кукурузе с учетом встречаемости определяли по формуле:

$$Y = \frac{X_1 \times 1 + X_2 \times 2 + ... + X_n \times n}{N \times n} \times 9 \times 2,$$

где Y – численность проволочников на 1 м пог.;

X_1 – количество проб, в которых число проволочников равно единице;

X_2 – количество проб, в которых число проволочников равно двум;

X_n – количество проб, в которых число проволочников равно n;

n – максимальное количество проволочников в пробе;

N – общее количество проб.

В течение вегетационного периода кукурузы в производственных и полевых опытах в динамике проводили учеты поврежденности растений и численности проволочников. Начиная с фазы всходов кукурузы с 1 погонного метра в 10 местах подсчитывали общее количество растений, число погибших и угнетенных растений, устанавливали процент поврежденности проволочниками.

Заселенность растительных остатков зимующими гусеницами и куколками стеблевого кукурузного мотылька в осенний и весенний периоды учитывали методом визуального осмотра с последующим вскрытием 10 стеблей пожнивных остатков, взятых в 10 местах по диагонали поля. Для определения численности яйцекладок и гусениц стеблевого кукурузного мотылька, поврежденности им растений отбирали растительные пробы по 10 стеблей в 10 местах по диагонали опытного поля.

Расчёт биологической эффективности препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов по степени поврежденности растений вредителями проводили по формуле:

$$X = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100 ,$$

где X – снижение поврежденности растений, %;

X_1 – поврежденность растений в контроле, %;

X_2 – поврежденность растений в варианте, % [2].

В производственных опытах размер делянок составлял 5 га, повторность двукратная, для полевых – 25 м^2, повторность четырехкратная. Учеты проводили по каждому варианту опыта согласно «Методических указаний по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве» (2005). Расчет коэффициентов, экономических порогов вредоносности осуществляли с использованием методик, разработанных в лаборатории энтомологии (Л. И. Трепашко, 2002) [3].

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

Результаты и их обсуждение. По результатам многолетнего мониторинга фитосанитарной ситуации в посевах кукурузы установлено, что в период всходы – 2–4 листа наибольший вред наносят многоядные почвообитающие фитофаги – злаковые щелкуны (*Agriotes* spp., сем. Elateridae), личинки которых (проволочники) выгрызают эндосперм прорастающего семени, питаются корнями молодых растений. В засушливые годы личинки при питании проникают во внутреннюю часть стебля, питаются проводящими тканями, из-за чего растение вянет. При высокой численности проволочников на посевах поврежденные растения желтеют, погибают и выдуваются из рядков, в результате чего наблюдается так называемое «изреживание» [1, 5, 6].

Высоко эффективным способом защиты кукурузы от проволочников является обработка семян препаратами инсектицидного действия. В настоящее время для защиты кукурузы от проволочников в «Государственный реестр средств защиты растений…» (2017) внесено 26 препаратов из 4 химических классов: неоникотиноиды, пиретроиды, фенилпиразолы и антраниламиды, однако большую часть из них составляют неоникотиноиды (11 наименований).

Для получения высокой рентабельности защитных мероприятий необходимо рассчитать экономические пороги численности проволочников перед севом, при которых целесообразно применение препаратов для предпосевной обработки семян с учётом стоимости пестицида и

возможного сохраненного урожая за счет снижения вредоносности фитофагов. Экономическую целесообразность предпосевной обработки семян кукурузы рассчитывали для однокомпонентных препаратов Койот, КС (д.в. имидаклоприд, 600 г/л), Пикус, КС (д.в. имидаклоприд, 600 г/л) и Командор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л), и двухкомпонентного Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л). Как видно из данных, представленных в таблице 1, экономические пороги целесообразности применения протравителей (ЭПЦ) меняются в зависимости от целевого возделывания кукурузы и стоимости обработки. При возделывании кукурузы на зерно протравливание семян препаратами инсектицидного действия на планируемом поле окупится при численности проволочников не более 11,0–15,0 ос./м^2, при уборке на зеленую массу – 17,0–20,0 ос./м^2.

Таблица 1 – Экономические пороги целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян (ЭПЦ) для защиты кукурузы от проволочников

Препарат, (д.в.)	Норма расхода, л/т	Стоимость обработки семян, долл. США/га	ЭПЦ (ос./м^2) при возделывании кукурузы на	
			зерно	зеленую массу
Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л)	5,0	15,6	14,0	18,0
	6,0	17,2	15,0	20,0
Койот, КС (имидаклоприд, 600 г/л)	4,0	14,3	11,0	17,0
	5,0	16,2	14,0	19,0
Пикус, КС (имидаклоприд, 600 г/л)	5,0	17,2	15,0	20,0
Командор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л)	7,0	15,0	13,0	18,0

Производственная проверка разработанных экономических порогов целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян кукурузы от проволочников проводилась в ОАО «Красная Армия» (Рогачевский район, Гомельская область) в 2010 г. на посевах кукурузы гибрида Полесский 212. Численность проволочников перед севом составила 33,3 ос./м^2. Исходя из численности проволочников прогнозировалась поврежденность растений 26,7 %, что могло вызвать потери урожая зеленой массы до 80,0 ц/га. Результаты производственной проверки показали, что при обработке семян препаратом Пикус, КС с нормой расхода 5,0 л/т прогнозируемые показатели по поврежденности растений проволочниками оправдались на 87,2 %, по биологической эффективности – на 95,3 %, по урожайности зеленой массы – 80,0 %, по сохраненному урожаю зеленой массы – на 77,9 %, что позволило сохранить 92,4 ц/га зеленой массы кукурузы (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность предпосевной обработки семян препаратом Пикус, КС, при возделывании кукурузы на зеленую массу от проволочников (производственные опыты, ОАО «Красная армия», Рогачевский район, Гомельская область, гибрид Полесский 212, 2010 г.)

Название препарата, (д.в.), норма расхода, л/т	Численность проволочников перед севом, ос./м²	Поврежденность растений, %			Биологическая эффективность, %			Сохраненная урожайность, ц/га		
		прогнозируемая	фактическая	оправдываемость, %	прогнозируемая	фактическая	оправдываемость, %	прогнозируемая	фактическая	оправдываемость, %
Контроль (без обработки)	33,3	26,7	23,3	87,2	–	–	–	–	–	–
Пикус, КС (имидаклоприд, 600 г/л) – 5,0		2,7	3,3		90,0	85,8	95,3	72,0	92,4	77,9

В связи с расширением ассортимента протравителей семян кукурузы проверялась достоверность рассчитанных ЭПЦ применения одно- и двухкомпонентных препаратов инсектицидного действия в ОАО «Красная Армия» (Рогачевский район, Гомельская область) на производственных посевах кукурузы в очагах с высокой численностью проволочников. В 2015 г. при численности проволочников до сева 43,0 ос./м² применяли препарат Табу Супер, СК с нормами расхода 5,0 и 6,0 л/т. По результатам учетов, проведенных в I декаде июня, в фазу 5–6 листьев кукурузы поврежденность растений проволочниками снизилась в вариантах, где применяли препарат Табу Супер, ВСК с нормами расхода 5,0 и 6,0 л/т – на 79,9 и 82,3 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия для защиты кукурузы от проволочников (производственные опыты, ОАО «Красная Армия», Рогачевский район, Гомельская область)

Вариант опыта, (д.в.)	Норма расхода препарата, л/т	Численность проволочников до обработки, ос./м²	Повреждено растений, %	Биологическая эффективность, %
2015 г., гибрид Порумбень				
Контроль (без обработки)	–	43,0	64,3	–
Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л)	5,0		12,9	79,9
	6,0		11,4	82,3
2017 г., гибриды Любена и Днепровский 181 СВ				
Контроль (без обработки)*	–	22,0	24,7	–
Койот, КС ** (имидаклоприд, 600 г/л)	4,0		5,4	78,0

*** Гибрид Любена; ** Гибрид Днепровский 181 СВ.**

В 2017 г. эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия оценивали при численности проволочников до сева 22,0 ос./м^2. В фазе 6–8 листьев кукурузы, в III декаде июня, поврежденность растений в контроле составила 24,7 %, в варианте, где семена кукурузы были обработаны препаратом Койот, КС с нормой расхода 4,0 л/т поврежденность растений снизилась на 78,0 % (таблица 3). Полученные данные в производственных условиях подтвердили достоверность экономически обоснованных пороговых численностей проволочников, при которых целесообразна предпосевная обработка семян кукурузы препаратами инсектицидного действия.

Во второй половине вегетации кукурузы вред растениям наносит стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn., сем. Crambidae). Самки мотылька откладывают яйца в период выбрасывания метелки–цветения кукурузы. В зависимости от погодных условий эмбриональный период продолжается 5–7 дней. Гусеницы стеблевого мотылька младших возрастов непродолжительное время находятся на поверхности листьев, выгрызают «окошечки» на листовой пластинке, затем перемещаются во внутреннюю часть листовой воронки. Они также повреждают метелку, внутреннюю часть стебля, выгрызая в ней широкие полости, что приводит к сломам стеблей. Гусеницы питаются на початках кукурузы, вызывая значительные (более 15,0–20,0 %) потери урожая зерна [1, 5].

Установлено, что предпосевная обработка семян препаратами инсектицидного действия не обеспечивает защиту кукурузы от гусениц стеблевого мотылька. Период защиты культуры протравителями заканчивается до вылета бабочек и отрождения гусениц стеблевого мотылька. На основании многолетних исследований был сформирован ассортимент инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого мотылька. Большую часть (17 препаратов) составляют термостойкие двухкомпонентные инсектициды, поскольку химическая защита кукурузы от стеблевого мотылька проводится в III декаду июня – II декаду июля, когда среднесуточные температуры воздуха превышают +21 °С. На примере инсектицидов с двумя действующими веществами и синтетического пиретроида рассчитаны экономические пороги целесообразности их применения против стеблевого мотылька на посевах кукурузы, возделываемой на зеленую массу и зерно. При более высокой стоимости инсектицидов доля сохраненного урожая зерна и зеленой массы выше по сравнению с необходимой прибавкой урожая.

Как видно из данных, представленных в таблице 4, количество продукции для окупаемости инсектицида Амплиго, МКС намного выше, чем для окупаемости обработки препаратом Велес, КС, что объясняется стоимостью затрат (таблица 4).

Таблица 4 – Количество продукции, окупающее затраты на защиту от стеблевого кукурузного мотылька в посевах кукурузы при возделывании на разные цели

Препарат, (д.в.)	Норма расхода, л/га	Количество продукции (ц/га), окупающее затраты на защиту растений при возделывании кукурузы на:		
		семена	зерно	зеленую массу
Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л)	0,3	3,1	8,8	262,8
Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	0,3	1,8	3,8	121,7

Соответственно и пороговая численность будет меняться в зависимости от затрат и целевого использования выращиваемой продукции кукурузы. При возделывании кукурузы на зерно экономически целесообразно применять инсектициды при численности 4,0-8,0 яйцекладок/100 растений, на зеленую массу – 5,0-12,0 яйцекладок/100 растений (таблица 5).

Таблица 5 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого мотылька при возделывании на зерно и зеленую массу

Инсектициды, (д.в.)	Норма расхода, л/га	ЭПЦ (яйцекладка/100 растений) при возделывании кукурузы на:	
		зерно	зеленую массу
Однокомпонентные препараты			
Маврик, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л)	0,3	5,0	6,0
Двухкомпонентные препараты			
Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л	0,3	4,0	5,0
Декстер, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + ацетамиприд, 115 г/л)	0,2	4,0	5,0
Пиринекс супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л)	1,0	5,0	7,0
Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л)	0,2	6,0	9,0
	0,3	8,0	12,0

В связи с тем, что стоимость зерна кукурузы выше, чем себестоимость зеленой массы, применение инсектицидов против стеблевого мотылька более рентабельно на посевах кукурузы возделываемой на зерно. Однако, для предупреждения формирования очагов высокой численности и дальнейшего расширения ареала опасного вредителя в Беларуси, необходимо контролировать его численность и проводить комплекс агротехнических и химических мероприятий.

В 2014 и 2015 гг. рассчитаные экономические пороги целесообразности применения инсектицидов против стеблевого мотылька оценивались на производственных посевах кукурузы, при численности фитофага 2,0

и 4,0 яйцекладки/100 растений, на которых применяли инсектициды разные по стоимости Амплиго, МКС (0,3 л/га) и Велес, КС (0,3 л/га).

По результатам учетов, проведенных перед уборкой урожая биологическая эффективность препарата Велес, КС при численности 2,0 яйцекладки/100 растений составила 78,7 %, при 4,0 яйцекладках/100 растений – 73,9 %, Амплиго, МКС – 95,6 и 89,1 % соответственно. За счет снижения вредоносности мотылька сохраненная урожайность зерна в вариантах, с применением инсектицида Велес, КС, при численности мотылька 2,0 яйцекладки/100 растений составила 4,0 ц/га зерна, при 4,0 яйцекладках/100 растений – 14,4 ц/га, где обрабатывали растения препаратом Амплиго, МКС – 4,1 и 16,9 ц/га соответственно. В связи с тем, что затраты на защиту по вариантам существенно отличались, экономическая эффективность проведенных мероприятий также значительно изменялась. При высокой численности вредителя рентабельность примененного инсектицида Велес, КС составила 727,0 %, Амплиго, МКС – 325,1 %. На посевах кукурузы, где перед обработкой насчитывалось в среднем 2,0 яйцекладки/100 растений окупился инсектицид Велес, применение Амплиго, МКС при такой численности стеблевого мотылька было не рентабельно (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, КСУП «СГЦ «Западный» Брестский район, 2014–2015 гг.)

Показатель	Амплиго, МКС – 0,3 л/га		Велес, КС – 0,3 л/га	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Численность перед обработкой, яйцекладок/100 растений	4,0	2,0	4,0	2,0
Биологическая эффективность, %	89,1	95,6	73,9	78,7
Сохранено зерна, ц/га	16,9	4,1	14,4	4,0
Стоимость сохраненной урожайности зерна, долл. США/ц *	287,3	48,4	244,8	47,2
Всего затрат на защиту растений, долл. США/га*	67,6	60,6	29,6	23,0
Чистый доход от мероприятия по защите растений, долл. США/га	219,7	-12,2	215,2	24,2
Рентабельность мероприятия по защите растений от стеблевого кукурузного мотылька, %	325,1	0	727,0	105,2

Примечание – *- показатели рассчитаны по ценам 2015 г.

Полученные данные по эффективности инсектицидов в производственных условиях подтвердили достоверность рассчитанных экономических порогов численности стеблевого мотылька для применения инсектицидов с разной стоимостью.

Заключение. Таким образом, с учетом вредоносности доминантных фитофагов кукурузы – проволочников и стеблевого мотылька

рассчитанные экономические пороги целесообразности применения пестицидов с разной их стоимостью при возделывании кукурузы на зерно или зеленую массу, позволяют повысить рентабельность защитных мероприятий и снизить себестоимость получаемой продукции.

Список литературы

1. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 453–492.

2. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйств / РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 320 с.

3. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / БелНИИ защиты растений; сост. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 24 с.

4. Производство кукурузы в мире. Страны-производители кукурузы / Экспертно-аналитический центр агробизнеса / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ab-centre.ru/page/proizvodstvo-kukuruzy-v-mire-strany-proizvoditeli-kukuruzy. – Дата доступа: 20.05.2019.

5. Трепашко, Л.И. Вредители кукурузы: прогноз и защита посевов / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская // Белорус. сел. хоз-во. – 2018. – № 2. – С. 93–94.

6. Трепашко, Л.И. Предпосевная обработка семян препаратами инсектицидного действия для защиты кукурузы от проволочников / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская, О.В. Ильюк // «Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси»: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», 5-6 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 127–129.

L.I. Trepashko, A.V. Bykovskaya, O.V. Iljuk
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

ECONOMIC SUBSTANTIATION OF THE INSECTICIDAL ACTION PREPARATIONS APPLICATION AGAINST THE DOMINANT CORN PESTS

Annotation. The results of the economic expediency thresholds of insecticides application for pre-sowing seed treatment and during vegetation for corn protection against wireworms and the European corn borer are presented in the article.

It is determined that for corn protection against wireworms the pre-sowing corn seed treatment by the insecticidal action preparations for seed growing is expedient at the pest number before sowing 11,0-20,0 indiv./m^2 , for green mass – 17,0-20,0 indiv./m^2. At tasseling with corn cultivation for grain the insecticides application depending on their price is expedient at the European corn borer number 4,0-8,0 egg layings/100 plants, for green mass – 5,0-12,0 egg layings/100 plants.

Key words: the European corn borer, wireworms, corn, economic expediency thresholds of insecticides application.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632.952.028:634.11:631.5

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

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФУНГИЦИДОВ В ПЛОДАХ ЯБЛОНИ

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

Аннотация. В статье приведены данные по изучению персистентности фунгицидов флуопирама, пириметанила и дифеноконазола в плодах яблони. Определены статистические вероятности нахождения остаточных количеств пестицидов в яблоках.

Ключевые слова: фунгицид, пириметанил, дифеноконазол, флуопирам, остаточные количества, яблоки, МДУ, персистентность.

Введение. Яблоня является преобладающей плодовой культурой в республике Беларусь и занимает более 90 % общей площади плодово-ягодных насаждений. Что касается объема мирового рынка яблок, то по данным отчета «World: Apple - Market Report. Analysis And Forecast To 2025» исследовательской компании IndexBox в 2016 году он увеличился на 3 % (до 89,3 млн тонн). За последние же 9 лет, предшествующие этому году, специалисты IndexBox отметили увеличение среднегодового роста рынка на 35 %, который продолжается и поныне [1].

Исследователи связывают расширение рынка яблок с ростом населения, а также доходов потребителей. Такая динамика особенно заметна на азиатском регионе, особенно в Китае. Значительно растет темп спроса на высококачественные свежие фрукты, которые становятся более доступными благодаря развитию технологий хранения. Основными мировыми потребителями яблок являются Китай, США, Польша, Индия, Турция, Иран, Италия.

Для защиты яблони от болезней и в частности от парши в мировой практике используется 2 основных подхода. Одним из них является

селекция устойчивых сортов, что является трудоемким и долгим процессом и не всегда коммерчески оправданным из-за появления более агрессивных форм патогенов на протяжении этого периода времени. Второй, наиболее простой и популярный способ борьбы с болезнями, – фунгицидные обработки. Такой подход тоже имеет свои риски, в первую очередь связанные с вероятностью выработки резистентности патогена не только к определенному действующему веществу препарата, но и к целому классу препаратов отдельной химической группы [2]. Большое количество фунгицидных обработок также поднимает экологические и экономические проблемы. Поэтому справедливо, что при возделывании сельскохозяйственных культур все большее внимание уделяется экологической безопасности применяемых средств зашиты растений. С точки зрения экологии особое значение приобретает знание поведения пестицидов в объектах окружающей среды, а с точки зрения безопасности для человека – наличие остаточных количеств в конечной продукции. Ассортимент фунгицидов, применяемых против болезней на яблоне, представлен различными химическими группами с различным механизмом действия и поведением в окружающей среде. В больших объемах применяются препараты системного действия (азолы 2- и 3-го поколения), такие как дифеноконазол, которые значительно расширили возможности более рационального применения фунгицидов против комплекса болезней. Также в достаточно большом количестве используются препараты, содержащие флуопирам и пириметанил из группы бензамидинов и анилинпиримидинов соответственно.

Объекты и методы исследований. Современные фунгициды классифицируются на основе трех основных принципов: по характеру действия на возбудителей болезней, целевого назначения и химической природы [3].

Пириметанил относится к классу веществ анилинпиримидиновой группы, является фунгицидом широкого спектра действия. Он ингибирует биосинтез метионина, тем самым влияя на образование белка и последующее деление клеток.

Применяется препарат в период вегетации. Метаболизм пириметанила идёт более медленно в плодах и корнях растений, однако значимое количество метаболитов обнаруживается в зелёных листьях некоторых растений. В полевых условиях $ДТ_{50}$ пириметанила составляет 7-54 дня. В воде не образует каких-либо значимых метаболитов. Пириметанил не является высоко летучим веществом. В рекомендованных нормах применения не обладает фитотоксичностью по отношению к культурам, на которых он применяется.

Химическое название пириметанила (по ИЮПАК): N-(4,6-диметилпиримидин-2-ил)анилин. Эмпирическая формула: $C_{12}H_{13}N_3$. Молекулярная масса: 199,11 г/моль. Кристаллический порошок бежевого цвета без запаха. Не проявляет способности к быстрому биоразложению, гидролитически стабилен в нейтральной, щелочной и кислой средах. Температура плавления 96,3 °С.

Растворимость в органических растворителях (при 20 °С, в г/л): в гексане 23; ацетоне 388, хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Растворимость в воде – 121 мг/л. Является слабым основанием, логарифм распределения октанол/вода pKa = 2,84.

Флуопирам является ограниченно системным фунгицидом, применяемым для обработки вегетирующих растений. Вещество проявляет свои свойства при попадании на поверхность листа. Флуопирам блокирует дыхательную цепь в митохондриях грибов, а также разрушает второй из четырех задействованных в цепи ферментативных комплексов. Химическое название флупирама: N – {2- [3- хлор -5 (трифторметил) пиридин – 2 - ил]этил} -2 –(трифторметил)бензамид. Эмпирическая формула: $C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$. Молекулярная масса: 396,7 г/моль. Белый порошок без запаха. Температура плавления: 117,5 °С. Растворимость (г/дм^3) при 20 °С: ацетон, дихлорметан, метанол, этилацетат – все более 250, толуол – 62,2, гептан – 0,66, вода – 0,016 [4].

Дифеноконазол – синтетический системный фунгицид широкого спектра действия из класса триазолов. Препарат сорбируется листьями, оказывая защитное и лечащее действие подобно пириметанилу. Обладает специфичной активностью против мучнистой росы, парши яблони и болезней косточковых, а также против корневых гнилей и плесневения семян [5]. Дифеноконазол проникает в ткани растения, полностью ингибирует рост субкутикулярного мицелия, снижает уровень спороношения патогена. Химическое название дифеноконазола по ИЮПАК 3-хлор-4-((2RS,4RS;2RS,4SR)-4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-илметил)-1,3-диоксан-2-ил)фенил 4-хлорфенловый эфир. Представляет собой кристаллическое вещество от белого до светло-желтого цвета. Температура плавления 78,6 ºС. Эмпирическая формула - $C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$. Молекулярная масса - 406.26 г/моль. Растворимость (г/л) при 20 °С: этанол – 330, ацетон – 610, толуол 500, гексан – 3,4. Растворимость в воде составляет 15 мг/л. Коэффициент распределения октанол/вода pKa = 4,36. Проявляет сильные кислотные свойства.

Нами были обработаны результаты многолетних исследований по определению остаточных количеств данных фунгицидов в плодах яблони, которые были внесены в базу данных под управлением СУБД MYSQL, а

выборки по интересующим признакам и действующим веществам были обработаны с привлечением статистических методов анализа.

Методика обработки полученных данных включала оценку относительной частоты определения остаточных количеств пестицидов и оценку её доверительного интервала.

Относительная частота интересующего признака $\overline{P}$, в данном случае, нахождения остаточных количеств пестицида в конечной продукции, определяется как отношение число случаев *m* интересующего признака к общему числу наблюдений *n*.

$$\overline{P} = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

В ряде случаев и особенно при малом количестве наблюдений, *m* может оказаться либо равным 0 либо *m*=*n* и, соответственно, $\overline{P}$ будет равен либо 0, либо 1. Такой результат при числе наблюдений до 10 должен квалифицироваться как случайный и требующий коррекции на поправку, обоснованную Йетсом:

$$\delta p = \frac{1}{2n}, \quad (2)$$

При получении *m*=0 относительная частота принимается равной $\overline{P} = \delta p$, при получении *m*=*n* относительную величину частоты принимают равной $\overline{P} = 1 - \delta p$ [6].

Ошибка относительной величины частоты следует закону нормального распределения и характеризуется средней квадратической ошибкой вследствие ограниченности выборки и допускаемой случайности при формировании выборки.

$$m_p = \sqrt{\frac{\overline{P} \times (1 - \overline{P})}{n}}, \quad (3)$$

Оценка надежности и точности относительной величины частоты дается с 95 % доверительным интервалом:

$$P = \overline{P} \pm t_{95\ n-1} \times m_p, \quad (4)$$

где $t_{95\ n-1}$ – табличное значение t-критерия Стьюдента, отвечающее доверительной вероятности 95 % и числу степеней свободы n–1.

Оценка доверительного интервала по формуле (4) корректна при $0{,}25 \leq \overline{P} \leq 0{,}75$. В случае, если $\overline{P} < 0{,}25$ или $\overline{P} > 0{,}75$, более точная оценка точности и надежности дается с помощью вспомогательной переменной Фишера в радианной форме:

$$\varphi = 2\arcsin\sqrt{\overline{P}} \quad (5)$$

Ошибка переменной φ характеризуется средней квадратичной ошибкой m_{ϕ}:

$$m_{\varphi} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Доверительный интервал для вспомогательной переменной Фишера определяют:

$$\Phi = \varphi \pm t_{95} \times m_{\varphi} \quad (7)$$

А от рассчитанных интервалов переходят к соответствующим границам для относительной частоты:

$$P = \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \quad (8)$$

Результаты и их обсуждение. В наших исследованиях мы проанализировали девятилетние данные по определению остаточных количеств фунгицидов пириметанила, дифеноконазола и флуопирама в плодах яблок. Образцы отбирались и хранились согласно СТБ 1036-97 при –20ºС [7]. Остаточные количества определялись в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений». За период с 2010 года по 2018 год было в суммарной сложности проведено 11 определений действующего вещества пириметанила и в 91 % случаев остаточные количества пириметанила были обнаружены в плодах яблони. Из 15 определений остаточных количеств дифеноконазол отмечен в 47 % случаев. При определении остаточных количеств флуопирама фунгицид обнаруживался в 100 % случаев. Препараты, в состав которых входили данные действующие вещества были как моно-, дву-, так и трехкомпонентными. В то же время выявленные остаточные количества пестицидов не превышали гигиенические нормативы, установленные министерством здравоохранения Республики Беларусь, регламентируемые постановлением № 149 от 27 сентября 2012 г. Так, максимально допустимый уровень (МДУ) на яблоках для пириметанила составляет 7 мг/кг продукции, для дифеноконазола – 1,0 мг/кг продукции, для флуопирама – 0,5 мг/кг [8]. Остаточные количества пестицидов определялись в том числе и в динамике. Сроки отбора проб после проведения

последней фунгицидной обработки колебались в широком диапазоне, потому полученные данные отражают общую статистическую картину персистентности фунгицидов в конечной продукции и не привязаны к определенному сроку ожидания, либо определённому составу препарата и препаративной форме. В таблице 1 приведена информация по определению остаточных количеств трех фунгицидов сгруппированная по годам, количеству проведенных анализов и анализов, в результате которых найдены фунгициды в плодовой продукции. В таблице так же приведен диапазон сроков отбора проб для проведения испытаний на содержание остаточных количеств и диапазон значений пестицидной нагрузки с учетом количества обработок в саду.

Таблица 1 – Результаты определения остаточных количеств фунгицидов в яблоках

Год	Количество проведенных анализов	Количество анализов с обнаруженными остаточными количествами фунгицида	Диапазон определяемых концентраций остаточных количеств, мг/кг	МДУ, мг/кг	Сроки отбора проб, сутки	Пестицидная нагрузка, г/га
Пириметанил						
2011	7	6	0,03-0,500	7,0	7-92	375-1600
2012	2	2	0,130-0,260			
2014	1	1	0,175			
2018	1	1	0,116			
Итого	11	10	0,030-0,500			
Дифеноконазол						
2010	4	2	0,007-0,012	1,0	14-109	56-200
2012	2	0	-			
2013	2	1	0,012			
2014	1	1	0,050			
2015	4	2	0,030-0,131			
2018	2	1	0,029			
Итого	15	7	0,007-0,131			
Флуопирам						
2011	5	5	0,005-0,085	0,5	7-84	125-500
2014	1	1	0,060			
2015	1	1	0,013			
Итого	7	7	0,005-0,085			

Статистическая обработка встречаемости остаточных количеств в плодах яблок проводилась согласно методике, описанной в разделе «объекты и методы исследований». Расчетные статистические данные для трех действующих веществ сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Относительные величины частоты нахождения остаточных количеств в плодах яблони и оценка их точности и надежности

Действующее вещество	95 % верхняя граница доверительного интервала для P, доли	95 % нижняя граница доверительного интервала для P, доли	Относительная величина частоты определения ОК $\overline{P}$, доли	Средняя квадратическая ошибка относительной величины частоты определения ОК m_p, доли	Средняя квадратическая ошибка переменной Фишера m_ϕ
Дифеноконазол	0.74	0.19	0.47	0.129	–
Пириметанил	0.99	0.68	0.91	–	0.302
Флуопирам	0.99	0.64	0.93	–	0.378

Ниже на рисунке 1 приведен график частоты нахождения остаточных количеств пестицидов в яблоках с указанием их 95 % доверительных интервалов, построенный на данных таблицы 2 и представляющий в графической и более репрезентативной форме результаты исследований.

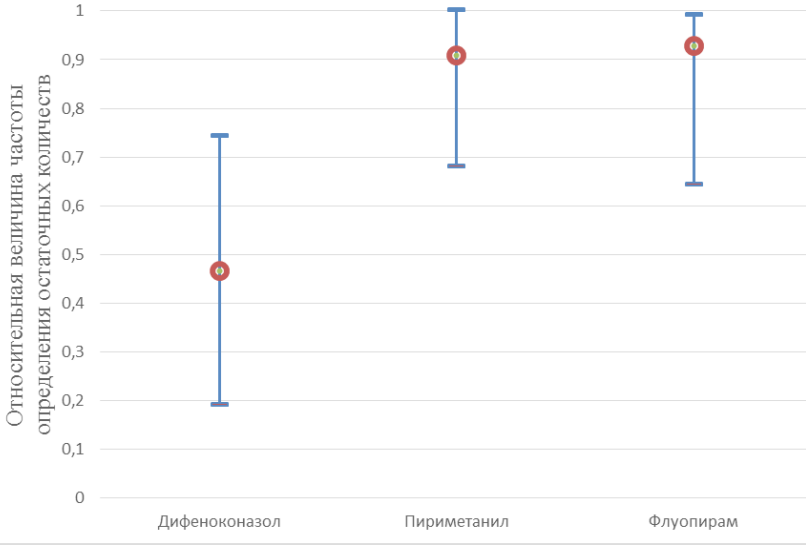


Рисунок 1 – Частота нахождения остаточных количеств пестицидов в яблоках

Выводы. Из полученных результатов на основании имеющихся многолетних данных можно сделать вывод, что действующие вещества фунгицидов пириметанил и флуопирам являются весьма персистентными пестицидами, а дифеноконазол умеренно персистентным. Обобщая данные можно с достоверностью в 95 % говорить, что вероятность определения пириметанила в диапазоне концентраций 0,030-0,500 мг/кг составляет 91 % с доверительным интервалом

68-99 %, вероятность определения дифеноконазола в диапазоне концентраций 0,007-0,131 мг/кг составляет 47 % с доверительным интервалом 19-74 %, вероятность определения флуопирама в диапазоне концентраций 0,005-0,085 мг/кг составляет 93 % с доверительным интервалом 64-99 %. Однако, не смотря на высокую вероятность нахождения остаточных количеств вышеперечисленных пестицидов в плодах яблони, что должно делать их объектами пристального внимания, при соблюдении регламентов применения, остаточные количества не превышают установленные на данный момент для них максимально допустимые уровни в Республике Беларусь.

Список литературы

1. IndexBox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.indexbox.io/store/world-apple-market-report-analysis-and-forecast-to-2020/. – Дата доступа: 25.04.2019.
2. Комардина, В.С. Оценка поражаемости паршой различных сортов яблони в условиях беларуси / В.С. Комардина, Е.В. Лесик // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП « Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С 119–125.
3. Голышин, Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
4. Грушенко, М.М. Методические указания по определению остаточных количеств флуопирама в растениях ячменя и яблоках методом газожидкостной хроматографии / М.М. Грушенко // Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде : метод. рекомендации / под общ. ред. П.М. Кислушко. – Несвиж, 2013. – С. 161–164.
5. Попов, С.Я. Основы химической защиты растений / С.Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В.А. Калинин // Под ред. С.Я Попова. – М.: Арт-Лион, 2003. – 208 с.
6. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка результатов медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев // – СПб.: ВМедА 2002. – С. 36–37.
7. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ. 28.02.97. – Минск: Госстандарт. – 59 с.
8. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах [Электронный ресурс]; постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 27 сент. 2012 г., №149// Национальный фонд технических нормативных правовых актов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tnpa.by/#!/DocumentCard/287848/385654. – Дата доступа: 27.04.2019.

A.V. Bykovsky

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

ANALYSIS OF PROBABILITY OF DETECTING THE RESIDUES OF FUNGICIDES IN APPLE FRUITS

Annotation. The article presents the data on study the fungicides persistence fluopyram, pyrimethalin and diphenoconazole in apple fruits. The statistical probabilities of finding the residues in apples are determined.

Key words: fungicide, pyrimethanil, diphenoconazole, fluopyram, residues, apples, MRL, persistence.

УДК 632.951:543.544:633.15.631.5

А.В. Быковский, В.Л. Поплевко
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ИЗОКСАФЛЮТОЛА В ЗЕЛЕНОЙ МАССЕ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. В статье описан подход к определению изоксафлютола в зеленой массе кукурузы. Разработан метод определения остаточных количеств изоксафлютола в зеленой массе кукурузы, который основан на щелочном гидролизе действующего вещества в метаболит RPA 202248 и последующем его определении с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием диодно-матричного детектора.

Ключевые слова: гербицид, изоксафлютол, дикетонитрил, RPA 202248, остаточные количества, кукуруза, метод определения.

Введение. Кукуруза является одной из самых ценных и высокоурожайных зерновых культур, выращиваемых в Беларуси [1]. Одной из основных причин снижения урожайности является высокая засоренность посевов. Среди сорных растений, встречающихся в посевах кукурузы на территории Республики Беларусь, преобладают однолетние и многолетние злаковые сорняки [2]. Они оказывают токсическое действие, которое проявляется снижением всхожести семян кукурузы, уменьшением процента выживаемости всходов, замедлением первоначального роста выживших всходов, массовым распространением вредителей, что в результате приводит к снижению продуктивности и качества урожая [3]. Наиболее эффективным способом снижения засоренности посевов является применение гербицидов, ассортимент которых постоянно расширяется.

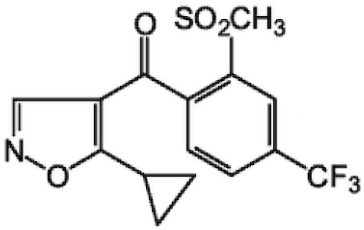
В настоящее время появился новый структурный класс гербицидов, эффективный на начальных стадиях роста растения – изоксазолы. Первым представителем данного класса является изоксафлютол – системный гербицид избирательного действия, который применяется для контроля сорных растений в посевах кукурузы и сои. Он подавляет биосинтез каротиноидов как в широколистных, так и в злаковых сорняках. В отсутствии каротиноидов, хлорофилл разрушается под воздействием солнечных лучей, и растение погибает.

В связи с появлением новых препаратов и расширением спектра их применения на новых культурах возникает необходимость контроля

остаточных количеств. Кроме того, одним из обязательных условий включения пестицидов в Государственный реестр средств защиты растений является наличие методов определения их остаточных количеств в объектах окружающей среды. В связи с этим целью данной работы явилась разработка метода определения остаточных количеств изоксафлютола в зеленой массе кукурузы.

Объекты и методы исследований. Изоксафлютол – действующее вещество гербицидов Аденго, КС и Мерлин Дуо, КС. Химическое название изоксафлютола (по ИЮПАК): 5-циклопропил-1,2-оксазол-4-ил α, α, α-трифтор-2-мезил-р-толил кетон. Представляет собой белый кристаллический порошок без запаха с температурой плавления 140 °С. Эмпирическая формула: $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$. Молекулярная масса: 359,32.

Структурная формула:



Растворимость при 20 °С (г/л) в воде 0,0062, в ацетоне 293, в гексане – 0,1, дихлорметане – 346, метаноле – 13,8, толуоле – 31,2, этилацетате – 142. Быстро разрушается в щелочной среде. Подвергается гидролизу, T½ составляет при pH 5 – 11,1 суток, при pH 7 – 20,1 дней, при pH 9 – 3,2 дня.

Изоксафлютол концентрируется в верхнем слое почвы и проникает в семена и проростки через семенную оболочку сорного растения, корни и ростки. Действующим началом гербицида является производное дикетонитрил, которое образуется в растении при открытии изоксазольного кольца и в условиях нормального увлажнения. Соотношение изоксафлютола и дикетонитрила зависит напрямую от уровня влажности почвы. При увеличении этого показателя возрастает образование дикетонитрила. При недостаточном увлажнении образование дикетонитрила приостанавливается. За счёт такого эффекта реактивации препарат вне зависимости от погодных условий сохраняет свою активность на протяжении длительного времени.

Изоксафлютол относится к малоопасным веществам по острой оральной ($ЛД_{50}$ для крыс более 5000 мг/кг) и дермальной токсичности ($ЛД_{50}$ для кроликов более 2000 мг/кг), но к умеренно опасным веществам по ингаляционной токсичности ($ЛК_{50}$ для крыс (4ч) более 5230 мг/м^3). Кумулятивные свойства изоксафлютола выражены слабо; не

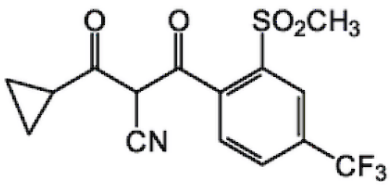
раздражает кожу и слабо раздражает слизистую оболочку глаз. Аллергенное действие изоксафлютола не выявлено.

МДУ изоксафлютола в зерне кукурузы - 0,05 мг/кг, в кукурузном масле – 0,1 мг/кг [4].

Основной метаболит изоксафлютола – RPA 202248.

Химическое название RPA 202248 (по ИЮПАК): 2-циано-3-циклопропил-1-(2-метилсульфонил-4-трифторметилфенил)-пропан-1,3-дион. Эмпирическая формула: $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$. Молекулярная масса: 359,32. Белый кристаллический порошок без запаха с температурой плавления 137,3 °С.

Структурная формула:

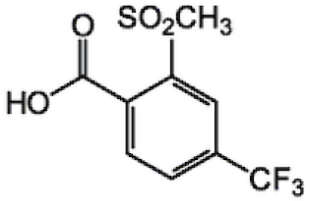


Растворимость в воде – 326 мг/л при 25 °С, pKa 1,64.

Второй метаболит изоксафлютола - RPA 203328.

Химическое название действующего вещества (по ИЮПАК): 2-метилсульфонил-4-трифторбензойная кислота. Эмпирическая формула: $C_9H_7F_3O_4S$. Молекулярная масса: 268,2. Бесцветный кристаллический порошок без запаха с температурой плавления 157,1 °С.

Структурная формула:



Коэффициент перераспределения в системе октанол-вода: 0,61 при pH 3,0 и менее 0 при pH 7,0.

Растворимость в воде при 25 °С - 8460 мг/л.

RPA 203328 - кислота с pKa 2,4.

Метаболит RPA 203328 не обладает гербицидными свойствами.

Результаты исследований и их обсуждение.

Метод определения основан на экстракции изоксафлютола, его очистке на колонке с силикагелем, последующем щелочном гидролизе действующего вещества в метаболит RPA 202248, очистке путем

распределения между двумя несмешивающимися жидкостями, и определении с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием диодно-матричного детектора.

Идентификация веществ проводилась по времени удерживания, а количественное определение – методом абсолютной калибровки.

Отбор образцов осуществлялся в соответствии с СТБ 1036-97 “Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности” [5]. Отобранные пробы хранили в морозильной камере при температуре - 18 °С.

Определение остаточных количеств изоксафлютола в чистом виде осложняется несколькими факторами. Первый фактор связан с высоким логарифмом распределения чистого изоксафлютола между двумя несмешивающимися растворителями октанол/вода (pKa), дающем представление о его гидрофобности. Таким образом экстракция и очистка изоксафлютола из масла или зерна кукурузы, а также из зеленой массы кукурузы с примесями зерна початков представляется крайне трудновыполнимой задачей из-за наличия в исходной матрице кукурузного масла, которое само по себе является гидрофобной средой. Второй фактор связан с присутствием на хроматограммах пика примеси, имеющей то же самое время выхода, что и изоксафлютол, а также его частично перекрывающийся спектр со спектром изоксафлютола. На рисунке 1 представлен трехмерный спектр поглощения изоксафлютола, на рисунке 2 – спектр поглощения примеси грязи, на рисунке 3 – спектр поглощения метаболита RPA 202248.

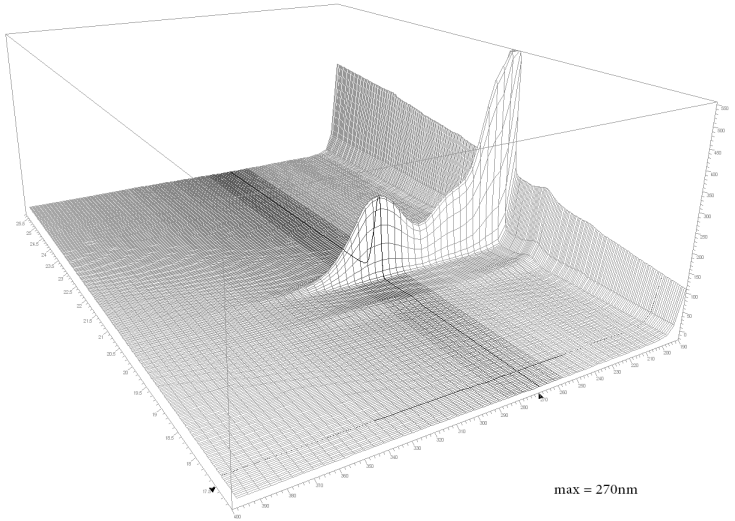


Рисунок 1 – Трехмерный спектр поглощения изоксафлютола

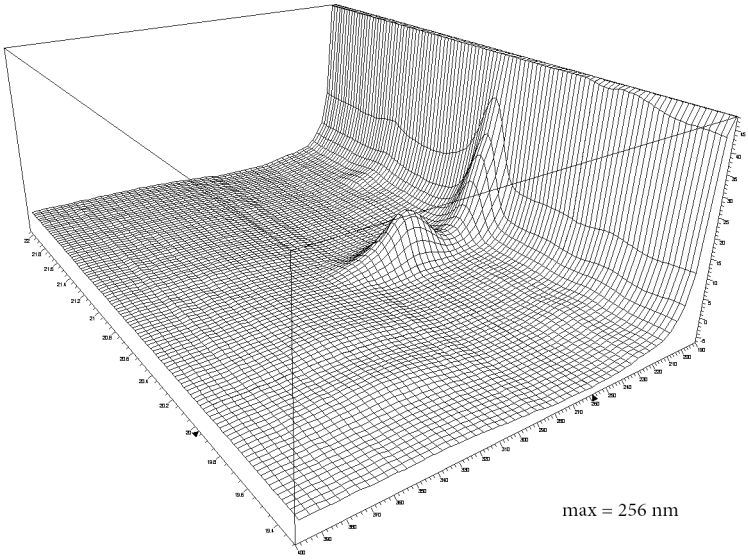


Рисунок 2 – Трехмерный спектр поглощения примеси

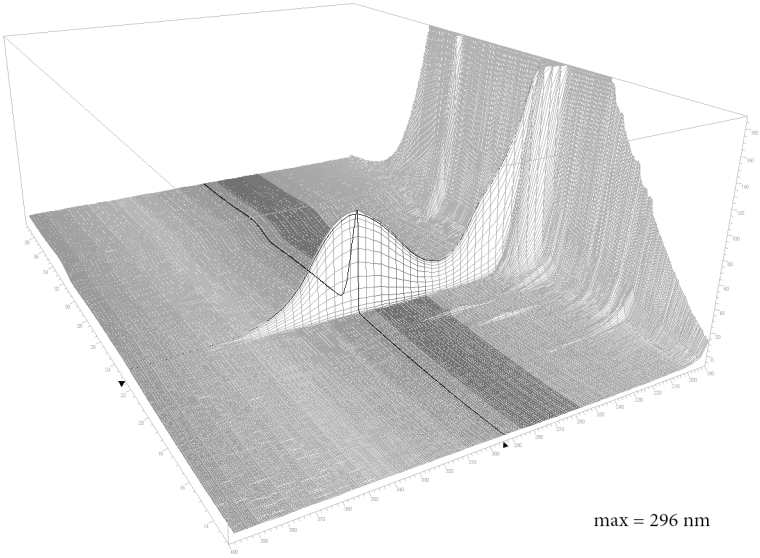


Рисунок 3 – Трехмерный спектр поглощения метаболита RPA 202248

Наложение двумерных срезов спектров поглощения трех веществ представлены на рисунке 4, где «**X**» – спектр поглощения примеси, «**ISOX**» – спектр поглощения изоксафлютола, «**RPA**» – спектр поглощения метаболита дикетонитрила (RPA 202248).

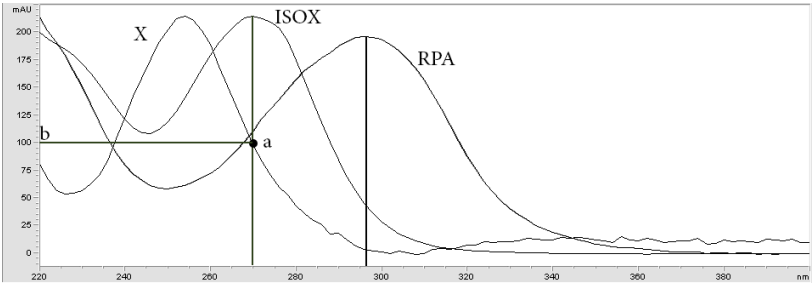


Рисунок 4 – Наложение срезов спектров поглощения изоксафлютола, примеси, мешающей определению и метаболита RPA 202248.

Максимум поглощения изоксафлютола приходится на длину волны примерно 270 нм и перекрывается со спектром поглощения примеси «X» в точке «a». Таким образом примесь дает мешающий сигнал уровня «b» при попытках прямого определения остаточных количеств изоксафлютола. Мешающий сигнал примеси уровня «b» сильно повышает нижний предел определения изоксафлютола вплоть до невозможности количественного определения препарата на уровне МДУ или ниже. Количество примеси «X» в пробах носит хаотический характер, и по наблюдениям вещество «X», дающее этот отклик, присутствует повсеместно в окружающей среде. Пик данной примеси присутствует даже в хроматограммах растворителей, использующихся для экстракции, или попадает в сухой остаток из окружающей среды при их упаривании. Разработанный нами способ определения остаточных количеств изоксафлютола путем щелочного гидролиза действующего вещества в метаболит RPA 202248, имеющий максимум поглощения на длинах волн 294-296 нм, которые не перекрываются со спектром поглощения примеси и, что немаловажно, имеющий другое время выхода, решает проблему количественного определения изоксафлютола на уровнях ниже МДУ.

Для проведения пробоподготовки берут 10 г навески зеленой массы кукурузы, помещают в полипропиленовую центрифужную пробирку объемом 50 мл с завинчивающейся крышкой, добавляют 4 г химически чистого хлорида натрия и 35 мл ацетонитрила для высокоэффективной жидкостной хроматографии. Пробу встряхивают в течение двух минут, а затем центрифугируют в течение трёх минут при скорости вращения шпинделя 3000 оборотов в минуту. Отбирают аликвоту из верхнего слоя

ацетонитрила объемом 25 мл в остродонную колбу объемом 50 мл, что соответствует навеске пробы 5/7 от взятой массы. Аликвоту упаривают досуха на ротационном испарителе и переносят сухой остаток тремя порциями по 1 мл с помощью хлороформа в подготовленную заранее колонку для очистки на силикагеле марки Merck с размером частиц 60 – 200 мкм в хлороформе, стабилизированном этиловым спиртом (1 % массы). Колонку для очистки предварительно промывают 20 мл хлороформа, стабилизированного этиловым спиртом. После нанесения пробы на колонку, через нее пропускают 30 мл хлороформа, стабилизированного этиловым спиртом. Элюат собирают в остродонную колбу и упаривают досуха на ротационном испарителе. К сухому остатку добавляют 2 мл 1 М гидроксида натрия и 2 мл гексана. Пробу оставляют на час на перемешивающем устройстве с подогревом типа ЛАБ-ПУ-01 при нагреве до 40 ºС и количестве оборотов для перемешивания – 180 в минуту. Происходит процесс щелочного гидролиза изоксафлютола в метаболит RPA 202248. Через час отбирают нижний щелочной слой в остродонную колбу объемом 50 мл, добавляют в нее 2 мл 6 М соляной кислоты, 5 мл дистиллированной воды и 5 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Метаболит RPA 202248 из смеси экстрагируют тремя порциями хлороформа по 5 мл. Экстракты объединяют в остродонной колбе и упаривают досуха на ротационном испарителе. Сухой остаток растворяют в 1 мл 10 %-го раствора ацетонитрила в воде и проводят определение при помощи высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе типа HP1100. Операцию параллельно повторяют и для стандартного раствора изоксафлютола с целью получения стандартного раствора метаболита, использующегося для калибровки. Условия хроматографирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия хроматографирования

Время, мин	Соотношение 0,01 М H_3PO_4 (фосфорная кислота), %	Соотношение ацетонитрила, %
1	70	30
15	20	80
20	20	80
20,1	70	30
40	70	30

Время методики измерения – 40 минут, скорость потока 0,12 мл/мин, колонка KINETEX EVO с размером частиц 2,6 мкм, рабочая длина волны – 302,2 нм.

На рисунке 5 приведено наложение хроматограмм контрольного образца и образца с внесением изоксафлютола после проведения гидролиза.

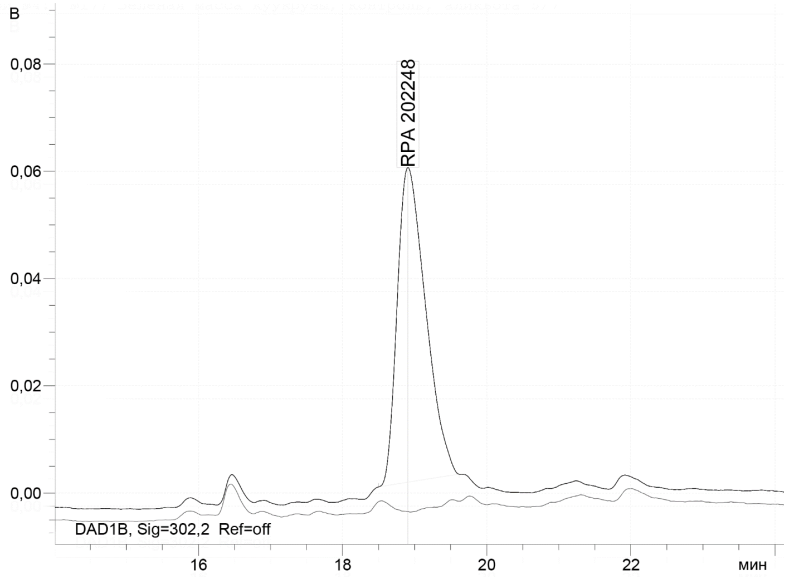


Рисунок 5 – Наложение хроматограмм контрольного образца и образца с внесением изоксафлютола после проведения гидролиза.

Выводы. Разработан метод определения остаточных количеств изоксафлютола в зеленой массе кукурузы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Методика основана на экстракции изоксафлютола, его очистке на колонке с силикагелем, последующем щелочном гидролизе действующего вещества в метаболит RPA 202248, очистке путем распределения между двумя несмешивающимися жидкостями, и определении с помощью ВЭЖХ с использованием диодно-матричного детектора.

Разработанный метод обеспечивает получение хроматограмм без пиков, интерферирующих с пиком определяемого вещества – метаболитом изоксафлютола дикетонитрилом и характеризуется извлечением действующего вещества более 70 %, высокой точностью и воспроизводимостью результатов. Предел обнаружения метаболита RPA 202248 для зеленой массы кукурузы составляет 0,05 мг/кг, что позволяет определять изоксафлютол на уровне ниже МДУ.

Список литературы

1. Трепашко, Л.И. Биологическое обоснование интегрированной системы защиты кукурузы от комплекса вредителей / Л.И. Трепашко, С.В. Надточаева // Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2011. – Вып.35. – С. 231–239.

2. Колесник, С.А. Засоренность посевов кукурузы в Беларуси / С.А. Колесник, Г.П.

Романюк // Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Минск: ООО «Ан-Принт», 2006. – Вып. 30, ч.2. – С. 7–14.

3. Сташкевич, А.В. Пороги вредоносности пырея ползучего в посевах кукурузы, выращиваемой на зерно и зеленую массу / А.В. Сташкевич, С.В. Сорока, С.А. Колесник // Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2013. – Вып. 37 – С. 37–44.

4. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах; постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 27 сент. 2012 г., №149// Законодательство / Центр экологических услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iso 14000.by/librarylow/ industry/376. – Дата доступа: ?

5. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ.28.02.97. – Минск: Госстандарт. – 59 с.

A.V. Bykovsky, V.L. Poplevko
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

METHOD OF DETERMINATION OF ISOXAFLUTOLE IN CORN GREEN MASS

Annotation. The article describes an approach to the determination of isoxaflutole in corn green mass. A method has been developed for the determination of isoxaflutole residues which is based on alkaline hydrolysis of active substance in RPA 202248 metabolite and subsequent use by high-performance liquid chromatography using a diode-matrix detector.

Key words: herbicide, isoxaflutole, diketonitrile, RPA 202248, residual quantities, corn, method of determination.

УДК 632.954.028:541.544: 635.21

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФЛУРОХЛОРИДОНА В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

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

Аннотация. Разработан метод определения микроколичеств действующего вещества флурохлоридона в клубнях картофеля. Метод основан на экстракции определяемого вещества смесью ацетон-гексан, очистке экстрактов в системе несмешивающихся растворителей, дополнительной очистке проб путем колоночной хроматографии с последующим определением методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с детектором электронного захвата. Метод позволяет установить значение нижнего предела количественного определения и уровень извлечения, достаточный для детектирования остаточных количеств в клубнях картофеля ниже установленного максимально допустимого уровня (МДУ) содержания пестицида в культуре.

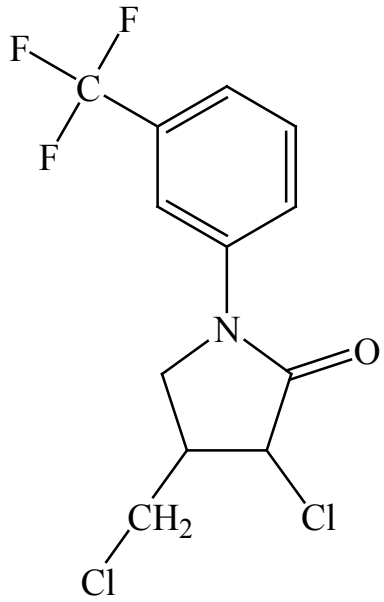
Ключевые слова: флурохлоридон, газожидкостная хроматография, клубни картофеля, остаточные количества, методика определения, пестицид.

Введение. Флурохлоридон является действующим веществом гербицида Рейсер, который разрешен в Беларуси для довсходового применения на посевах ржи, пшеницы, кукурузы, картофеля, подсолнечника, моркови, а также на смесевых посевах (овес+вика, овес+горох) [1]. Существующие методики определения остаточных количеств флурохлоридона в эфирных маслах лаванды и мяты, в семенах и масле подсолнечника основаны на использовании капиллярных колонок с дорогостоящими и труднодоступными фазами, а также, не всегда доступных расходных материалов [2,3]. С целью расширения области применения методики для картофеля проведены исследования по подбору экстрагентов, по способам очистки экстрактов растительных образцов, по отработке режимов определения методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Физико-химические и санитарно-гигиенические характеристики флурохлоридона приведены ниже [4].

Краткая характеристика флурохлоридона:

Название действующего вещества по ИЮПАК (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry): (3*RS*,4*RS*;3*RS*,4*SR*)-3-хлоро-4-хлорметил-1-(α,α,α-трифтор-m-толил)-2-пирролидон.

Структурная формула:



Эмпирическая формула: $C_{12}H_{10}Cl_2F_3NO$. Молекулярная масса: 312,12. Химически чистое вещество представляет собой кристаллический светло-бежевый порошок без запаха. Температура плавления (цис-изомер): 40.9°C. Давление паров при 20 °C: $2{,}7\times10^{-4}$ Па. Растворимость в воде (мг/дм^3, 20 °C): 21,9. Растворимость в органических растворителях (г/дм^3, 20 °C): ацетон – 540, этилацетат – 592, метанол – 326, толуол – 616. Логарифм коэффициента распределения н-октанол-вода (при pH 7,0; 20 °C): $\lg P_{OW} = 3{,}36$.

Гигиенические нормативы максимально допустимого уровня содержания флурохлоридона для картофеля в Республике Беларусь установлены на уровне 0,1 мг/кг (в странах ЕС: картофель – 0,1 мг/кг) [5][6].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований были разработаны аналитические схемы извлечения флурохлоридона из образцов картофеля и очистки экстрактов. Изучено хроматографическое разделение флурохлоридона и подобраны оптимальные условия хроматографирования. Учитывая особенности строения молекулы флурохлоридона, а именно наличие атома хлора в составе молекулы, а также физико-химические свойства, хроматографирование осуществляли с использованием детектора электронного захвата, что позволило повысить чувствительность.

Принцип метода пробоподготовки.

Метод основан на экстракции флурохлоридона из растительных проб ацетон-гексановой смесью, очистки экстрактов, с последующим определением способом газожидкостной хроматографии. Установлено, что помещение пробы во время экстракции в ультразвуковую ванну положительно сказывается на значении определения. Опытным путем подобраны оптимальные соотношения объемов гексана и водного ацетонитрила, а так же концентрации соответствующих фаз для очистки экстракта, основываясь на зависимости распределения флурохлоридона в системе водный раствор ацетонитрила и гексана.

Избирательность и метрологические характеристики метода

В предлагаемых условиях определения метод специфичен в присутствии пестицидов, применяемых в программах защиты картофеля.

Для получения метрологических характеристик метода, проводят по 2 параллельных определения с тремя уровнями содержания вещества, внесенных искусственно, в пробы. Осуществляют по три параллельных измерения каждого из образцов и находят среднее значение площади хроматографического пика для каждой концентрации. Метрологические характеристики метода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики метода определения флурохлоридона

Анализируемый объект	Метрологические параметры, P = 0,95 n = 6				
	Предел обнаружения, мг/кг	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение (S), %	Доверительный интервал среднего, %
Картофель (клубни)	0,023	0,01-0,5	85,2	3,5	85,2±3,6

,где P – доверительная вероятность (коэффициент надёжности);

n – размер выборки (количество измерений).

Средства измерения, вспомогательные устройства, материалы и реактивы.

Флурохлоридон с содержанием действующего вещества 99,0 % (ADAMA Registrations B.V., Нидерланды). Ацетон, ч.д.а., ГОСТ 2603-79. Гексан, х.ч., ТУ 2631-003-05807999-98. Ацетонитрил, о.с.ч., HPLC Gradient grade. Натрий хлористый, х.ч., ГОСТ 4233-77. Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72. Этилацетат, х.ч., ГОСТ 22300-76. Оксид алюминия 2-ой степени активности. Азот газообразный, осч, ГОСТ 9293-74. Весы аналитические первого (типа МВ 210-А) класса точности. Мерная колба 100 мл, ГОСТ 1770-74. Центрифужные пробирки

вместимостью 50 мл с завинчивающимися крышками. Шприц медицинский, пластиковый, объемом 10 мл. Вата медицинская. Колбы остродонные. Пипет-дозаторы с регулируемым объемом дозирования на 100-1000 мкл, 1000-5000 мкл. Центрифуга BiosanLMC-3000. Ультразвуковая ванна Сапфир ТТЦ 4л/1, ГОСТ 15150-69. Весы лабораторные ВЛКТ 500, ТУ 25-06.1101-79. Хроматограф газовый «Кристалл 5000.2» с детектором электронного захвата. Капиллярная колонка для газовой хроматографии Restek Rtx-5MS. Ротационный испаритель IKA RV 05 Basic 1-B или аналогичный. Колбы остродонные вместимостью 50 мл, ГОСТ 25336-82.

Отбор проб.

Отбор проб осуществляют в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности» Отобранные пробы при необходимости хранят в морозильнике при –18°С.

Приготовление стандартных растворов.

Основной стандартный раствор флурохлоридона с концентрацией 100 мкг/мл готовят растворением 10 мг препарата в ацетоне в мерной колбе на 100 мл. Рабочие растворы с концентрациями 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 и 5,0 мкг/мл готовят из основного стандартного раствора флурохлоридона соответствующим последовательным разбавлением ацетоном.

Приготовление растворов для элюирования.

Для приготовления 10 %-го раствора этилацетата в гексане для элюирования (далее раствор А), в плоскодонную колбу объемом 250 мл наливают 100 мл гексана с помощью мерного цилиндра и добавляют в него 11 мл этилацетата. Раствор хорошо перемешивают и закрывают пробкой.

Построение калибровочного графика.

Для построения калибровочного графика вводят в испаритель хроматографа по 1 мкл рабочих стандартных растворов флурохлоридона с концентрациями 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 и 5,0 мкг/мл. Осуществляют три параллельных измерения и находят среднее значение площади хроматографического пика для каждой концентрации. Строят калибровочный график зависимости площадей хроматографических пиков от концентраций флурохлоридона в растворе в мкг/ мл.

Методика пробоподготовки

Экстракция из картофеля.

Образец измельченной картофеля массой 10,0 г помещают в полипропиленовую центрифужную пробирку с завинчивающейся крышкой на 50 мл. В пробирку добавляют 4 г хлорида натрия и 35 мл смеси

ацетон:гексан (50:50 по объему) и встряхивают в течение 2 минут, после чего помещают в ультразвуковую ванну и выдерживают 10 минут. После пробирку помещают в центрифугу и смесь центрифугируют в течение трех минут при скорости вращения 3000 об/мин. Пробирку осторожно извлекают из центрифуги. Из верхнего ацетон-гексанового слоя отбирают аликвоту объемом 25 мл в остродонную колбу. Отобранный ацетон-гексановый экстракт упаривают досуха. Далее проводят очистку экстракта.

Очистка экстракта.

К сухому остатку в колбе после упаривания добавляют 2,5 мл 90 %-ного раствора ацетонитрила в воде и 2,5 мл гексана, насыщенного ацетонитрилом, и колбу встряхивают в течение 1 минуты. После расслоения фаз, нижний водно-ацетонитрильный слой переносят в другую остродонную колбу, добавляют к нему 25 мл дистиллированной воды и 1 мл насыщенного раствора NaCl. Флурохлоридон экстрагируют дважды из полученного раствора гексаном порциями по 10 мл последовательно, встряхивая смесь в течение 2-х минут и отбирая верхний гексановый слой органического растворителя. Экстракты объединяют и упаривают досуха.

Подготовка колонки с оксидом алюминия.

На дно медицинского шприца объемом 10 мл помещают ватный тампон, смоченный гексаном. Взвешивают 3,0 г оксида алюминия с точностью до 0,1 г. В шприц наливают 5 мл 10 %-го (по объему) раствора этилацетата в гексане (раствор А), носик шприца предварительно закрывают и всыпают взвешенный оксид алюминия через стеклянную воронку, аккуратно потряхивая шприц. Дают оксиду алюминия осесть ровным слоем на вату и открывают носик. После того как растворитель стечет, колонку промывают еще 15 мл раствора А, после чего колонка готова к использованию.

Очистка на колонке с оксидом алюминия.

Сухой остаток при помощи раствора А, приготовленного согласно пункту «приготовление стандартных растворов» трижды по 1 мл переносят на заранее подготовленную хроматографическую колонку для очистки экстрактов с оксидом алюминия. Препарат элюируют 30 мл вышеуказанного раствора А. Элюат собирают и упаривают досуха.

Полученный сухой остаток растворяют в 1 мл ацетона. Аликвоту объемом 1 мкл вводят в хроматограф.

Условия хроматографирования.

Хроматограф газожидкостный «Кристалл – 5000.2» с электронозахватным детектором (ДЭЗ) и программным обеспечением Unichrom

или аналогичный. Хроматографическая колонка для капиллярной хроматографии Restek Rtx-5MS, длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм. Время анализа: 12,3 мин. Температурные режимы термостата колонки – 230 °С в течение 6 минут, поднятие до 270 °С со скоростью 30 градусов в минуту, изотермический участок при 270 °С в течение 4 минут для кондиционирования колонки и удаления возможных интерферирующих пиков с последующими заколами. Температура испарителя – 270 °С. Температура детектора – 310 °С. Газ-носитель – азот. Давление газа на входе – 140 кПа. Сброс, мл/мин: постоянный 40 мл/мин. Скорость потока на входе 46,6 мл/мин. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Время выхода флурохлоридона 3,5 мин.

Количественное определение проводится методом абсолютной калибровки.

Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор с концентрацией 5,0 мкг/мл, разбавляют ацетоном.

Обработка результатов анализа

Содержание флурохлоридона в пробе (Х, мг/кг) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{C_{\text{экстр}} \times V_{\text{экстр}}}{m_{\text{пр}} \times r \times K} \times 100\,\%,$$

где $C_{экстр}$ – концентрация действующего вещества в экстракте, определяемая программным обеспечением хроматографа, мкг/мл;

$V_{экстр}$ – конечный объем экстракта анализируемой пробы перед введением в хроматограф, мл;

$m_{пр}$ – масса анализируемой пробы измельченного картофеля, г;

r – степень извлечения флурохлоридона, определяемая сравнением контрольного образца с образцом с искусственно добавленным флурохлоридоном, %;

K – коэффициент, учитывающий отбор аликвоты ацетон-гексанового слоя после стадии центрифугирования (25/35).

Требования безопасности.

При работе с приборами, оборудованием и реактивами должны соблюдаться требования безопасности, установленные в технических нормативных правовых актах.

Предельно допустимые концентрации применяемых при работе токсичных, едких и легко воспламеняющихся веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда: Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (далее – ГОСТ 12.1.005-88)

и Санитарных правилах и нормах (далее – СанПиН) 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденных Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 09 марта 1994 г.

Параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН 9-80-98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12 и ГОСТ 12.1.005-88.

Заключение. В результате проведенных исследований разработан метод определения остаточных количеств флурохлоридона в клубнях картофеля. Отличительные особенности определения флурохлоридона заключаются в подготовке и очистке пробы, что позволяет с достаточной чувствительностью анализировать препарат методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора электронного захвата. В предложенном варианте метод дает возможность проводить селективное определение флурохлоридона с удовлетворительной степенью извлечения в присутствии других пестицидов, используемых в программах защиты картофеля. Метод также позволяет избавиться от мешающих интерферирующих пиков коэкстрактивных веществ и получить нижний предел количественного определения ниже максимально допустимого уровня содержания пестицида в клубнях картофеля.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.

2. Методы контроля. Химические факторы: методические указания. МУК 4.1.2593-10 Изд. офиц. – М., 2010. – 179 с.

3. Временные методические указания по определению Рейсера в эфирных маслах лаванды и мяты методом газожидкостной хроматографии (дополнение к № 4446-87) // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М., 1993. – сб. № 21. – С. 168–173.

4. Мельников, Н.Н. Пестициды и регуляторы роста / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан. – Справочное издание. – М.: Химия, 1995. – 576 с.

5. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 27 сент. 2012 г., № 149. // Законодательство / Центр экологических услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iso14000.by/library/low/industry/376. – Дата доступа: 18.03.2019.

6. EU Pesticides database, Last update: 07.04.2016 [Electronic resource]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public. – Date of access: 18.03.2019.

D.Yu. Kireychik
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

DETERMINATION OF FLUOROCHLORIDONE RESIDUES IN POTATO TUBERS BY THE GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY METHOD

Annotation. A method has been developed for the determination of the the active ingredient fluorochloridone microquantities in potato tubers. The method is based on the extraction of the determined compound with an acetone-hexane mixture, purification of extracts in a system of immiscible solvents, additional purification of samples by column chromatography, followed by determination by gas-liquid chromatography (GLC) with an electron capture detector. The method allows you to set the value of the lower limit of quantification and the level of extraction sufficient for detecting the residues in potato tubers below the determined maximum permissible level (MPL) of the pesticide content in the crop.

Keywords: flurochloridone, gas-liquid chromatography, potato tubers, residual quantities, determination method, pesticide.

УДК 632.954:633.63

П.М. Кислушко, С.А. Арашкович
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ С-МЕТОЛАХЛОРА В РАСТИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ, ПОЧВЕ И ВОДЕ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Крупенько Н.А.

Аннотация. Разработан метод определения микроколичеств гербицида С-метолахлор в растениях свеклы, картофеля, почве и воде. Метод основан на экстракции С-метолахлора из воды хлороформом, из растительных проб и почвы смесью вода-ацетон, бромировании сухого остатка с последующим определением способом газожидкостной хроматографии. Предел обнаружения (мг/кг): вода – 0,001; почва - 0.01; сахарная свекла – 0,005-0,01; картофель – 0,005.

Ключевые слова. С-метолахлор, свекла, картофель, почва, вода, газожидкостная хроматография, остаточные количества, методы анализа.

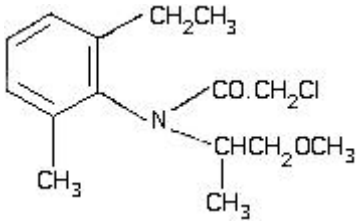
Введение. С-метолахлор входит в состав семи препаративных форм гербицидов, в том числе производимых в Беларуси (Дуал Голд, КЭ; Камикс, СЭ; Примэкстра Голд, TZ, СК; Экстракорн, СЭ; Люмакс, СЭ; Камелот, СЭ; Гербисан, СЭ). Гербицидные препараты на основе С-метолахлора используются в программах защиты сахарной, столовой, кормовой свеклы, картофеля, кукурузы, подсолнечника, люпина узколистного, суданской травы [1].

Существующие методы определения остаточных количеств С-метолахлора в растительной продукции основаны на использовании газожидкостной хроматографии с использованием насадочных и капиллярных колонок и термоионного или электронзахватного детекторов [2, 3]. С целью повышения чувствительности и селективности определения С-метолахлора в различных средах целесообразно использовать методы, основанные на использовании газожидкостной хроматографии химических производных, позволяющих в ряде случаев существенно повысить чувствительность определения пестицида [4-6].

Физико-химические и санитарно-гигиенические характеристики С-метолахлора приведены ниже [7]. Название действующего вещества по ИСО: С-метолахлор.

Название д.в. по номенклатуре ИЮПАК: 2-хлоро-6’-этил-N-(2-метокси-1-метил-этил) ацет-о-толуидид.

Структурная формула С-метолахлора:



Эмпирическая формула д.в.: $C_{15}H_{22}ClNO_2$.

Молекулярная масса д.в.: 283,8.

Химически чистое вещество: вязкая бесцветная жидкость.

Плотность д.в. при 20 °С: 1,12 г/см.

Давление паров д.в. при 20 °С: 1,7 мПа

Растворимость д.в. (г/л) при 20 °С: в воде – 0,53, хорошо растворим в бензоле, дихлорметане, гексане, метаноле, октаноле.

С-метолахлор устойчив к действию света и УФ-излучения, не разлагается до температуры +300 °С. Стабилен в водных растворах с pH 1-9. Период полураспада в почве 30 дней.

МДУ, мг/кг: бахчевые, огурцы – 0,05*; табак, хмель сухой – 1,0*; хлопчатник (масло), соя (масло), капуста – 0,02; кукуруза (зерно), соя (бобы), подсолнечник (семена), свекла столовая, рапс (зерно, масло) – 0,1; подсолнечник (масло), свекла сахарная – 0,05; кукуруза (масло) – 0,1 [8]. Все гербицидные препараты на основе С-метолахлора относятся к третьему классу опасности [1].

Результаты исследований. Выбор условий экстракции, очистки экстрактов и хроматографического разделения препарата в значительной степени определялся химической структурой с-метолахлора. С целью повышения чувствительности анализа методом газожидкостной хроматографии с использованием детекторов электронного захвата (ДЭЗ) или постоянной скорости рекомбинации (ДПР) были проведены исследования по модификации молекулы С-метолахлора, в частности, путем бромирования в парах брома. Данная процедура позволила существенно (примерно в 14-15 раз) снизить уровень минимального детектируемого количества препарата при использовании детекторов ДЭЗ и ДПР (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние бромирования на чувствительность определения С-метолахлора

Массовая доля гербицида, введенного в хроматограф, нг	Площадь пика, мм²	
	Без бромирования	С бромированием
10.0	5.0	75.0
20.0	12.0	168.0

Ранее нами были проведены исследования и разработаны методы определения микроколичеств гербицидов бетанальной группы в растениях свеклы (фенмедифам, десмедифам, этофумесат, метамитрон) [4-6]. Некоторые методические подходы были использованы при разработке метода определения С-метолахлора.

Принцип метода определения. Метод основан на экстракции С-метолахлора из воды хлороформом, из растительных проб и почвы смесью вода-ацетон, бромировании сухого остатка с последующим определением способом газожидкостной хроматографии.

Избирательность и метрологические характеристики метода. В предлагаемых условиях определения метод специфичен в присутствии пестицидов, применяемых в системах защиты свеклы и картофеля. Метрологические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические характеристики метода определения С-метолахлора

Анализируемый объект	Метрологические параметры, P = 0,95 n = 6					
	Предел обнаружения, мг/кг	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение (S), %	Относительное стандартное отклонение, (DS), %	Доверительный интервал среднего, %
Вода	0,001	0,001-0,01	88,0	4,69	0,05	88,0 ± 6,52
Почва	0,01	0,01-0,1	82,0	6,27	0,08	82,0 ± 8,72
Сахарная свекла, ботва	0,01	0,01-0,1	76,5	1,29	0,02	76,5 ± 1,79
Сахарная свекла, корнеплод	0,005	0,005-0,05	92,5	5,26	0,06	92,5 ± 7,31
Картофель, клубни	0,005	0,005-0,05	85,5	5,00	0,06	85,5 ± 6,95

Средства измерения, вспомогательные устройства, материалы и реактивы. С-метолахлор, аналитический стандарт с массовой долей действующего вещества 98,6 %. Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72. Азот газообразный, осч, ГОСТ 9293-74. Ацетон, чда, ГОСТ 2603-7. Хлороформ, ТУ 2631-026-78119972-2010. Стекловата (стеклоткань). Хроматон N-супер (0,100-0,125 мм). Фильтры бумажные, синяя лента, ТУ 2642-001-68085491-2011. Фильтры бумажные, черная лента ТУ 2642-001-42624157-98. Хроматограф газовый, Цвет-800 с детектором постоянной скорости рекомбинации или HEWLETT PACKARD с детектором электронного захвата. Колонка хроматографическая стеклянная, 1500 х 2 мм, заполненные неподвижными фазами OV-17 (3 %) на хроматоне N-супер; колонка составная, 1500 мм (OV-1, 50 % +

OV-17, 50 %) на хроматоне N-super (0.125-0.160 мм). Микрошприц емкостью 10 мкл МШ-10Ф по ТУ 64-1-2850 или аналогичный. Весы аналитические типа ВЛР-200, ГОСТ 19401-74. Встряхиватель механический, ТУ 64-1-1081-73 или аналогичный. Размельчитель тканей РТ-1 по ТУ 64-1-1505-79 или аналогичный. Ротационный испаритель тип ИР-1М, ТУ 25-11-917-76 или аналогичный. Воронки для фильтрования стеклянные, ГОСТ 8613-75. Колбы конические с притертыми пробками вместимостью 250 $см^3$, ГОСТ 25336-82. Колбы мерные вместимостью 100 и 250 $см^3$, ГОСТ 1770-74. Колбы грушевидные вместимостью 100 $см^3$, ГОСТ 25336-82. Пробирки вместимостью 25 $см^3$, ГОСТ 1770-74. Пробирки градуированные с притертыми пробками вместимостью 5 $см^3$, ГОСТ 10515-75. Пипетки мерные вместимостью 0,1 и 1 $см^3$, ГОСТ 20292-74Е. Бюксы стеклянные КШ 24/10.

Отбор проб. Отбор проб осуществлялся в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности». Отобранные пробы хранят в стеклянной таре в холодильнике при температуре +2...+5 °С. Для длительного хранения (30 и более суток) пробы помещают в морозильную камеру при температуре не выше – 15 °С.

Приготовление стандартных растворов. Основной стандартный раствор С-метолахлора с концентрацией 40 мкг/$см^3$ готовят растворением 10 мг препарата в ацетоне в мерной колбе на 250 $см^3$. Рабочие растворы с концентрациями 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мкг/$см^3$ готовят путем разбавления соответственно 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 $см^3$ основного раствора ацетоном в мерной колбе до 100 $см^3$. Все растворы хранят в холодильнике при температуре +2...+5 °С не более одного месяца.

Подготовка и кондиционирование колонок. Неподвижные фазы (таблица 3), нанесенные на Хроматон N-супер, засыпают в стеклянные колонки длиной 1500 – 2000 мм и уплотняют под вакуумом. Составную колонку длиной 1500 мм заполняют неподвижной фазой OV-1(750 мм) и OV-17(750 мм), нанесенные на Хроматон N-супер. Все колонки (кроме Карбовакс 20М) кондиционируют при температуре 280 °С в течение 16-20 часов. Колонку, заполненную Карбовакс 20М кондиционируют 16-20 часов при температуре 225 °С.

Построение калибровочного графика. Для построения калибровочного графика в стеклянные бюксы вносят по 1 мл стандартных растворов С-метолахлора с содержанием препарат 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мкг/$см^3$, выдувают растворитель током холодного воздуха, проводят бромирование по п. 2.7.1.3. Сухие остатки после бромирования растворяют в 2 мл ацетона и 2 мкл вводят в испаритель хроматографа, при этом осуществляют

не менее 5 измерений по каждой концентрации. Определяют среднее значение площади пика для каждой концентрации и по полученным значениям строят график зависимости площади пика от концентрации С-метолахлора в растворе.

Экстракция С-метолахлора, подготовка к ГЖХ-определению

Вода. 50 мл воды экстрагируют хлороформом (3 раза по 30 мл, встряхивая каждый раз по 1 мин). Объединенные хлороформные экстракты фильтруют через двойной бумажный фильтр «синяя лента» и упаривают досуха. Сухие остатки количественно переносят ацетоном в стеклянные бюксы и упаривают под вентилятором досуха.

Почва. 20 г почвы встряхивают 2 часа с 80 мл смеси вода-ацетон 3:1 по объему в конических колбах на 250 мл. Центрифугируют в течение 3 мин при 4000 об./мин. Центрифугат отделяют, осадок переносят 80 мл смеси вода-ацетон (3:1) в коническую колбу на 250 мл, встряхивают 30 мин, центрифугируют при 4000 об./мин в течение 3 мин.

К центрифугату в делительной воронке добавляют 30 г NaCl, перемешивают до полного растворения соли. Водный раствор трижды экстрагируют хлороформом (40, 30, 30 мл), встряхивая каждый раз по 1 мин. Хлороформные экстракты пропускают через двойной бумажный фильтр «синяя лента», упаривают досуха. Сухие остатки количественно переносят ацетоном в стеклянные бюксы и упаривают досуха под вентилятором.

Сахарная свекла (корнеплод, ботва), картофель (клубни). Зеленую массу измельчают ножом, корнеплоды свеклы и клубни картофеля натирают на терке. 10-20 г пробы встряхивают 1 час с 80 мл смеси вода-ацетон (3:1 по объему) в конических колбах на 250 мл. Фильтруют через бумажный фильтр «черная лента». К твердому остатку добавляют 80 мл смеси вода-ацетон (3:1), встряхивают 30 мин. Фильтруют через бумажный фильтр «черная лента». Объединенные экстракты переносят в делительную воронку, добавляют 30 г NaCl, перемешивают до полного растворения соли и трижды экстрагируют хлороформом (40, 30, 30 мл), встряхивая каждый раз по 1 мин. Хлороформные экстракты пропускают через двойной бумажный фильтр «синяя лента», упаривают досуха. Сухие остатки количественно переносят ацетоном в стеклянные бюксы и упаривают досуха под вентилятором.

Бромирование С-метолахлора. Открытые бюксы с сухими остатками проб помещают в эксикатор, в который помещают стеклянный бюкс с внесенными в него 10 каплями жидкого брома. Эксикатор закрывают крышкой, помещают в темное место и выдерживают в течение 10-12 часов (можно оставлять для бромирования на ночь).

Примечание. Бромирование образцов проб и стандартных образцов с известным содержанием с-метолахлора проводят одновременно.

Внимание! Все работы с бромом необходимо проводить в вытяжном шкафу

После бромирования бюксы с пробами и стандартными образцами продувают током холодного воздуха в течение 10-20 мин, растворяют содержимое в 2 мл ацетона и вводят в испаритель хроматографа 2 мкл раствора.

Условия хроматографирования. Режимы хроматографического определения С-метолахлора приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Условия ГЖХ-хроматографического определения С-метолахлора

Режимы ГЖХ-анализа				Время удерживания, мин
Хроматограф, тип колонки	Температура, °С			
	колонка	испаритель	детектор	
«Цвет-800», OV-17, 3 %, 1,5 м	190	230	250	2.6
«Цвет-800», Составная, 1.5 м (OV-1 + OV-17)	200	230	250	2.4
HEWLETT PACKARD, OV-101, 2 м,	240	240	270	5.4
HEWLETT PACKARD, Карбовакс 20 М, 2 м	200	200	240	1.3

Обработка результатов анализа. Содержание С-метолахлора в пробе рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{C_{ст} \times S_{пр} \times V_{к}}{S_{ст} \times V_{хр} \times M},$$

где X – содержание препарата в пробе , мг/кг (л);

$C_{ст}$ – содержание препарата в стандартном растворе, нг;

$S_{ст}$ – площадь пика стандартного раствора гербицидов, мм^2;

$S_{пр}$ – площадь пика пробы, мм^2;

$V_{к}$ – объем конечного раствора, в котором растворена проба, мл;

$V_{хр}$ – объем экстракта пробы, введенный в испаритель, мкл;

M – навеска пробы, г.

Требования безопасности. При работе с приборами, оборудованием и реактивами должны соблюдаться требования безопасности, установленные в технических нормативных правовых актах.

Предельно допустимые концентрации применяемых при работе токсичных, едких и легко воспламеняющихся веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (далее – ГОСТ 12.1.005-88)

и Санитарных правилах и нормах (далее СанПиН) 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденных Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 09 марта 1994 г.

Параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН 9-80-98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12 и ГОСТ 12.1.005-88.

Работа с растворами метанола, ацетона, хлороформа, а также с жидким бромом проводится под вытяжной системой.

Заключение. В результате проведенных исследований разработан метод определения остаточных количеств гербицида С-метолахлор в растениях свеклы, картофеля, почве и воде. Отличительные особенности определения С-метолахлора заключаются в особенностях подготовки пробы, что позволяет с достаточной чувствительностью анализировать препарат методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора постоянной скорости рекомбинации или детектора электронного захвата. В предложенном варианте метод дает возможность проводить селективное определение С-метолахлора в присутствии других пестицидов, используемых в программах защиты сахарной свеклы и картофеля.

Список литературы

1. Государственный Реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Сост. А.В Пискун [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2017. – 688 с.

2. Методичні вказівки з визначення методахлору в коренеплодах цукрового буряка методами газоридинної та тонкошаровой хроматографій // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування кормах та наваколишньому середовищі. – Киів, 2004. – Зб.№ 39. – С. 237–244.

3. Методические указания по определению метолахлора в кукурузе, сое, подсолнечнике, масле методом газожидкостной хроматографии // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев, 2001. – Сб.№ 29. – С. 97–100.

4. Кислушко, П.М. Определение остаточных количеств фенмедифама и десмедифама при совместном присутствии в растениях свеклы / П.М. Кислушко // Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2009. – Вып.33. – С. 398–405.

5. Кислушко, П.М. Определение микроколичеств метамитрона в растениях свеклы, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П.М. Кислушко// Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2009. – Вып.33. –С. 390–397.

6. Кислушко, П.М. Определение остаточных количеств этофумесата в растениях свеклы, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П.М.Кислушко // Защита растений: сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2012. –Вып.36. – С. 235–242.

7. Мельников, Н.Н. Пестициды и регуляторы роста: справочное издание / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан. – М.: Химия, 1995. – 576 с.

8. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: http:// www.iso14000.by / library /low / industry / 376

P.M. Kislushko, S.A. Arashkovich

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

C-METOLACHLOR RESIDUES DETERMINATION IN PLANT MATERIAL, SOIL AND WATER BY GAS - LIQUID CHROMATOGRAPHY METHOD

Annotation. The method of c-metolachlor herbicide microqualities determination in sugar beet, potato, soil and water is developed. The method is based on c-metolachlor extraction from water by chloroform , from plant samples and soil by water – acetone mixture, dry residues bromating with the subsequent determination by gas-liquid chromatography. Limit of discovery (mg/kg): water – 0,001; soil – 0,01; sugar beet – 0,005-0,01; potato – 0,005.

Key words. C-metolachlor, sugar beet, potato, soil, water, gas-liquid chromatography, residues, methods of analysis.

УДК 634.7:632.95.028

П.М. Кислушко, М.М. Кивачицкая, С.А. Арашкович, А.В. Быковский
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ПЕРСИСТЕНТНОСТЬ ФУНГИЦИДА ЛУНА ЭКСПИРИЕНС, КС В ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ

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

Аннотация. В статье приведены данные по изучению поведения действующих веществ фунгицида Луна Экспириенс, КС тебуконазола и флуопирама в ягодах малины и в яблоках, в моркови и огурцах. Установлено, что остаточные количества тебуконазола и флуопирама обнаруживались в ягодах малины и корнеплодах моркови на 20-е сутки после обработки и на 30-е сутки после обработки в яблоках в количествах меньше максимально допустимого уровня (далее МДУ).

Ключевые слова: фунгицид, Луна Экспириенс, КС, тебуконазол, флуопирам, ягоды малины, яблоки, морковь, разложение, остаточные количества.

Введение. В настоящее время при возделывании сельскохозяйственных культур все большее внимание уделяется экологической безопасности применяемых средств зашиты растений. Поэтому с точки зрения экологии особое значение приобретает знание поведения их в объектах окружающей среды. Поскольку яблоня является преобладающей плодовой культурой в республике Беларусь и занимает более 90 % общей площади плодово-ягодных насаждений, важным моментом является контроль вредных организмов в садовых насаждениях. Экологически безопасное использование пестицидов подразумевает детальное исследование их поведения в агробиоценозах. Зная динамику разложения действующих веществ в растении, можно предотвратить возможное загрязнение сельскохозяйственной продукции их остаточными количествами. Поэтому нами проведено определение остаточных количеств действующих веществ комбинированного фунгицида Луна Экспириенс, КС в плодах яблок и ягодах малины, в корнеплодах моркови; в огурцах закрытого грунта.

Ассортимент фунгицидов, применяемых против болезней на сельскохозяйственных культурах, представлен различными химическими группами. В последнее время в больших объемах применяются препараты системного действия (азолы 2- и 3-го поколения), которые значительно расширили возможности более рационального

применения фунгицидов против комплекса болезней сельскохозяйственных культур. По данным производителя препараты семейства Луна Экспириенс, КС позволяют контролировать самый широкий спектр грибковых заболеваний на овощных, плодовых и ягодных культурах. В вегетационный период препарат Луна Экспириенс, КС позволяет эффективно бороться с паршой а так же уничтожает болезни второго плана, такие как мучнистая роса, альтернариоз, различного рода гнили и болезни коры в садах. Он обладает лечебным, профилактическим и искореняющим действием.

Объекты и методы исследований. В настоящее время в Республике Беларусь ежегодно регистрируются десятки препаративных форм пестицидов, которые предварительно проходят испытания на биологическую эффективность и определение регламентов безопасного их применения в сельском хозяйстве. Особо важная роль при регистрации средств защиты отводится изучению их регламентов безопасного применения и установления сроков ожидания. Для решения данных вопросов необходимо использовать уже существующие методики определения остаточных количеств пестицидов или создавать новые.

Согласно требований новой версии стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2017 все не гостированные методики должны проходить валидацию с расчетом расширенной неопределенности полученного результата испытаний, для предотвращения рисков полученного конечного результата испытаний, приписным значением к которому является ПДК (предельно допустимая концентрация), так результат испытаний именно с учетом расширенной неопределенности не должен находиться на границе предельно допустимой концентрации. Анализ образцов на содержание остаточных количеств действующих веществ флуопирама и тебуконазола фунгицида Луна Экспириенс КС проводился по существующим адаптированным лабораторией динамики пестицидов методикам методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) на приборе торговой марки «Кристалл 5000.2» с детектором электронного захвата (ДЭЗ), хроматографическая колонка HP- 5 MS. Температурные режимы: колонки – градиент 50... 280 °С, испарителя - – 280 °С, детектора - 300 °С. «Методические указания по определению остаточных количеств флуопирама в растениях ячменя и яблоках методом газожидкостной хроматографии». Книга «Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде» РУП «Институт защиты растений». - Несвиж. 2013 г. С.161-164. А также «Методические указания по определению фоликура (тебуконазола) в растительном материале, почве и воде газожидкостной хроматографией» (Методы

определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: Несвиж, 2013. С.142-146.).

Современные фунгициды классифицируются на основе трех основных принципов: в зависимости от характера действия на возбудителей болезней, целевого назначения и химической природы /5/. Фунгицид Луна Экспириенс,КС (флуопирам 200 г/л + тебуконазол 200 г/л) производства фирмы «Байер АГ» (Германия) содержит новое действующее вещество - флуопирам и действующее вещество, обладающее отличным защитным действием - тебуконазол. Механизм действия флуопирама основан на блокировании митохондриального дыхания клеток гриба. Тебуконазол - действующее вещество из группы триазолов блокирует биосинтез эргостерина. Тебуконазол имеет широкий спектр действия и обладает профилактическим действием с куративным эффектом, быстро проникает в растение и равномерно распределяется в нем. В связи с особым механизмом действия препараты на основе тебуконазола замедляют темпы развития приобретенной устойчивости патогенов к производным триазола. Они имеют пролонгированный защитный период, обладают высокой избирательностью и возможностью подавлять основные фитопатогены при более низких нормах расхода препарата. В меньшей степени их эффективность зависит от погодных условий. Для решения комплекса проблем защиты растений от болезней требуется большой спектр фунгицидов и их комбинаций.

Тебуконазол относится к классу веществ триазоловой группы, которая является важнейшей среди действующих веществ с фунгицидными свойствами. Тебуконазол – эффективный системный фунгицид, подавляет биосинтез эргостерина в мембранах клеток фитопатогенов, ингибируя деметилирование в положении С-14. Также на метаболизм действует образующиеся Д5-стерины, что отличает действующее вещество от прочих триазолов.

Химическое название тебуконазола (по ИЮПАК): α – трет – бутил – α – (пара – хлорофенэтил) – 1 – Н – 1, 2, 4 – триазол – 1 этанол. Эмпирическая формула: $C_{16}H_{22}ClN_3O$. Молекулярная масса: 307,8. Бесцветный кристаллический порошок с температурой плавления 104,7 °С.

Растворимость в органических растворителях (при 20 °С, в г/л): в гексане 0,1-1; н-пропаноле 50-100, толуоле 50-100, в дихлорметане 200-500. Растворимость в воде – 36 мг/л. Устойчив к гидролизу [1].

Флуопирам является ограниченно системным фунгицидом, применяемым для обработки вегетирующих растений. Вещество проявляет свои свойства при попадании на поверхность грунта. Флуопирам блокирует дыхательную цепь в митохондриях грибов, а также разрушает второй

из четырех задействованных в цепи ферментативных комплексов. Химическое название флупирама: N – {2- [3- хлор -5 (трифторметил) пиридин – 2 - ил]этил} -2 –(трифторметил)бензамид. Эмпирическая формула: $C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$. Молекулярная масса: 396,7. Белый порошок без запаха. Температура плавления: 117,5° С. Растворимость (г/дм^3) при 20 °С: ацетон, дихлорметан, метанол, этилацетат – все более 250, толуол – 62,2, гептан – 0,66, вода – 0,016.

Испытания фунгицида Луна Экспириенс, КС на яблоках проводились в ОАО «Почапово» Брестской области Пинского района в 2015 году в опытах лаборатории защиты плодовых культур. Исследования на моркови проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в опытах лаборатории защиты овощных культур.

Исследования на огурцах проводили в КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Гомельская область, Светлогорский район в опытах лаборатории защиты овощных культур.

Испытания фунгицида Луна Экспириенс, КС на ягодах малины проводились в РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области Толочинского района в 2018 году в опытах лаборатории защиты плодовых культур.

Отбор проб осуществляется в соответствии с СТБ 1036-97 “Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности” [1] . Отобранные пробы хранили в морозильной камере при температуре - 24°С. Анализ образцов на содержание остаточных количеств действующих веществ фунгицида тебуконазола и флуопирама проводился в соответствии с методическими указаниями методом ГЖХ [2,3].

Результаты и их обсуждение Результаты исследований показали, что остаточные количества тебуконазола в яблоках сохранялись в течение вегетационного сезона: через 30 суток после трехкратной обработки с нормой расхода препарата 0,75 г/л и определялись в количестве 0,015 мг/кг; флуопирама - в количестве 0,013 мг/кг. МДУ для плодовых семечковых тебуконазола 0,5 мг/кг и флуопирама – 0,7 мг/кг.

Исследования по определению остаточных количеств фунгицида Луна Экспириенс, КС в ягодах малины, проведенные после двукратной обработки показали, что через 20 суток тебуконазол и флуопирам обнаруживались в количестве 0,011 мг/кг и 0,026 мг/кг соотвественно; в корнеплодах моркови тебуконазол и флуопирам обнаруживались в количестве 0,170 мг/кг и 0,200 мг/кг соотвественно. МДУ в ягодах тебуконазола – н/у, флуопирама - 2,0 мг/кг; МДУ тебуконазола и флуопирама для моркови не установлены. В странах ЕЭС МДУ тебуконазола и флуопирама для моркови – 0,4 мг/кг [4] .

В результате определения остаточных количеств фунгицида Луна Экспириенс, КС после трехкратной обработки на огурцах закрытого грунта флуопирам на 1-е сутки после трехкратной обработки обнаружен в количестве 0,112 мг/кг и на 3-и сутки после обработки обнаружен в количестве 0, 084 мг/кг; тебуконазол на 1-е сутки после трехкратной обработки обнаружен в количестве 0,078 мг/кг и на 3-и сутки после обработки обнаружен в количестве 0, 034 мг/кг. МДУ тебуконазола в огурцах – 0,2 мг/кг; флуопирама в огурцах – 0,5 мг/кг.

Данные по остаточным количествам тебуконазола и флуопирама представлены в таблице.

Таблица - Остаточные количества действующих веществ фунгицида Луна Экспириенс, КС в плодово - ягодных и овощных культурах

Препарат, дата обработки, норма расхода, кратность обработки	Культура, анализируемый объект, сорт	Сутки после обработки	Дата отбора проб	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг	
				тебуконазол	флуопирам
Луна Экспириенс, КС – 0,75 л/га 150 г/га по д.в. тебуконазол 150 г/га по д..в.флуопирам Три обработки – 28.04.2015г; 12.05.2015г.;09.06.2015г.	Яблоки Сорт Джона голд	30	09.07.15 г.	0,015	0,013
Луна Экспириенс, КС – 1,0 л/га 200 г/га по д.в. тебуконазол 200 г/га по д..в.флуопирам Две обработки – 01.09.2015г; 10.09.2015г.	Морковь Сорт Лявониха Корнеплоды	20	30.09.15 г.	0,170	0,200
Луна Экспириенс, КС – 0,6 л/га 120 г/га по д.в. тебуконазол 120г/га по д.в. флуопирам Три обработки – 24.05.2018г.; 04.06.2018; 11.06.2018г.	Огурец Сорт Атлет Плоды Плоды	1 3	12.06.18 г. 14.06.18 г.	0,078 0,034	0,112 0,084
Луна Экспириенс, КС – 0,6 л/га 120 г/га по д.в. тебуконазол 120г/га по д.в. флуопирам Две обработки – 22.05.2018г.; 05.06.2018г.	Ягоды малины Сорт Бальзам	20	25.06.18 г.	0,011	0,026

Выводы. Экспериментальные данные свидетельствуют, что фунгицид Луна Экспириенс, КС довольно персистентный препарат в яблоках, корнеплодах моркови и ягодах малины и сохраняется на протяжении практически всего вегетационного периода, тем самым защищая культуры от комплекса фитопатогенов. Однако, при соблюдении норм внесения препарата, остаточные количества действующих веществ в продукции

не превышают максимально допустимого уровня их содержания в установленные сроки ожидания. В огурцах закрытого грунта остаточные количества действующих веществ флуопирама и тебуконазола на 1-е и 3-и сутки после трехкратной обработки не превышали максимально допустимого уровня их содержания (МДУ), поэтому препарат Луна Экспириенс, КС был рекомендован для включения в « Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов), разрешенных к применению в Республике Беларусь» в качестве фунгицида для обработки огурцов закрытого грунта с нормой расхода 0,6 л/га при трехкратной обработке.

Список литературы

1. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ. 28.02.97. – Минск: Госстандарт. – 59 с.

2. Сборник методических указаний по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М.: Колос, 1993. – №20. – Том 2. – С.230–235.

3. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде. – Несвиж, 2013. – С.161–164.

4. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах [Электронный ресурс]// Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 27 сент. 2012 г., №149 // Законадательство / Центр экологических услуг. – Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21226455p_1352235600.pdf. – Дата доступа: 18.03.2019.

5.Голышин, Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982. – 271 с.

P.M. Kislushko, M.M. Kivachitskaya, S.A. Arashkovich, A.V. Bykovsky
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

PERSISTENCE OF THE FUNGICIDE LUNA EXPERIENCE, SC IN FRUIT-BERRY AND VEGETABLE CROPS

The article presents data on the behavior study of the active substances tebuconazole and fluopyram of the fungicide Luna Expiriens, SC in raspberries and apples, in carrots and cucumbers. It is found that the residues of tebuconazole and fluopyram have been found in raspberries and carrot roots on the 20th day after treatment and on the 30th day after treatment in apples in quantities less than the maximum allowable level (hereinafter referred to as MDL).

Key words: fungicide, Luna Experiences, CS, tebuconazole, fluopyram, raspberry berries, apples, carrots, decomposition, residual amounts.

УДК 632.951/.952:633.491

М.В. Конопацкая, Е.В. Бречко, В.И. Халаева
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ФОРМИРОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ ИНСЕКТИЦИДНО-ФУНГИЦИДНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Крупенько Н.А.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния комбинированных препаратов – Престиж, КС (имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л; 1,0 л/т), Эместо Квантум, КС (пенфлуфен, 66,5 г/л + клотианидин, 207 г/л; 0,35 л/т), Селест Топ, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л; 0,4 л/т), Вайбранс Макс, ТКС (тиаметоксам, 262,5 г/л + седаксан, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л; 0,5 л/т), применяемых способом предпосадочной обработки клубней на формирование биометрических показателей сортов картофеля Бриз и Скарб. Выявлено, что некоторые препараты оказывали негативное влияние на рост и развитие растений: на сорте Скарб достоверно снижалась всхожесть (Престиж, КС), количество стеблей (Селест Топ, КС) и высота растений (Престиж, КС; Вайбранс Макс, ТКС; Селест Топ, КС), на сорте Бриз – количество стеблей и высота растений (Селест Топ, КС). Однако достоверного снижения продуктивности не отмечено. Отсутствие фитотоксического действия на растения картофеля было выявлено при применении Эместо Квантум, КС. Указано на необходимость строгого соблюдения технологического регламента при применении инсектицидно-фунгицидных препаратов в системах защиты картофеля от вредных организмов в сельскохозяйственных предприятиях республики.

Ключевые слова: картофель, биометрические показатели, всхожесть, высота, количество стеблей, инсектицидно-фунгицидные препараты, вредная энтомофауна, болезни клубней.

Введение. Одним из элементов технологии возделывания картофеля является предпосадочная обработка клубней [8, 17, 10]. Согласно данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» Республики Беларусь, объемы применения данного приема в сельскохозяйственных предприятиях республики с каждым годом увеличиваются. Так, в последнее время обработке подлежит более чем 120 тыс. тонн клубней. Целью является снижение численности и вредоносности доминантных вредителей картофеля в течение всего

периода вегетации – проволочники, колорадский жук, тли-переносчики вирусной инфекции, а также контроль распространения и развития болезней клубней – ризоктониоз и серебристая парша [14, 15, 16,19].

Обобщая публикации исследователей, можно сделать вывод, что имеются противоречивые данные по влиянию препаратов, используемых способом предпосадочной обработки клубней картофеля, на всхожесть, рост, развитие растений и урожайность [1, 3, 14, 15, 16]. Также известно, что существуют сортовые различия в реакции клубней на предпосадочную обработку средствами защиты [9].

Так, в 2007 г. в Раменском районе Московской области при изучении влияния препарата Престиж, КС в максимальной норме расхода (1,0 л/т) на биометрические показатели растений сорта Сантэ выявлено снижение всхожести на 12,0 % по сравнению с контролем без обработки, однако не отмечено достоверного влияния на урожай. В Ленинградской области на опытных полях ВИЗР при использовании препарата в норме расхода 1,0 л/т на сорте Чародей выявлено уменьшение высоты растений на 6,0 см, вместе с тем, к фазе бутонизации разница по высоте растений нивелировалась, что не оказало влияния на урожай. В Тамбовской области на картофеле сорта Свитанок Киевский отмечено снижение всхожести до 87,7 % в варианте с применением препарата Престиж, КС в норме расхода 1,0 л/т, в то время как при обработке клубней препаратом в минимальной норме расхода (0,7 л/т), значение показателя составляло 92,9 %, в контрольном варианте – 90,3 % [1].

Вместе с тем, совместное применение регуляторов роста (Эпин, Силк) и протравителя (Максим, КС) на сортах картофеля Погарский и Брянский надежный на Брянской опытной станции по картофелю в 2001–2003 гг. положительно сказалось на развитии растений, содержании крахмала в клубнях и хранении [15]. Исследования сотрудников ФГБНУ ВНИИ фитопатологии в 2015–2016 гг. показали, что препараты Селест Топ, КС; Престиж, КС; Эместо Квантум, КС при предпосадочной обработке клубней сорта Ред Скарлетт обусловили повышение всхожести на 7,3–8,3 % [19]. В Энгельсском районе Саратовской области (2007 г.) при обработке клубней картофеля сорта Удача препаратом Престиж, КС в нормах расхода 0,7 и 1,0 л/т не выявлено отрицательного влияния на всхожесть [1]. По данным белорусских ученых Т. Н. Бохон и др. [3], при проведении опытов в Мостовском районе Гродненской области в 2009–2010 гг. предпосадочная обработка семенных клубней среднераннего сорта Бриз препаратом Престиж (0,7 л/т) способствовала повышению всхожести на 6,0 % и количества стеблей картофеля на 28,1 тыс. шт/га по сравнению с контролем без обработки.

Таким образом, предпосадочная обработка клубней является широко используемым элементом в технологии защиты картофеля от вредных

организмов. Вместе с тем, наличие противоречивых данных при применении препаратов в разных почвенно-климатических зонах с учетом сортового ассортимента предопределило необходимость изучения влияния комбинированных препаратов, содержащих действующие вещества инсектицидного и фунгицидного действия, на биометрические показатели роста, развития растений картофеля и урожайность в центральной агроклиматической зоне.

Материал и методы. В статье представлены данные на примере вегетационных сезонов, отличающихся по гидротермическим условиям в период посадка – всходы: 2011–2012 гг. – достаточное увлажнение и 2018 г. – недостаток влаги. В опытах использовали сорта, занимающие значительные площади в республике и различающиеся по скороспелости и другим характеристикам. Среднеранний сорт Бриз обладает ранним клубнеобразованием, быстро накапливает урожай в первой половине вегетационного периода [18], среднеспелый сорт Скарб – длительным физиологическим покоем клубней и низкой энергией их прорастания [2].

Для контроля вредителей и болезней клубней проводили исследования комбинированных препаратов на основе композиций веществ инсектицидного и фунгицидного действия: Престиж, КС (имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л; 1,0 л/т), Эместо Квантум, КС (пенфлуфен, 66,5 г/л + клотианидин, 207 г/л; 0,35 л/т), Селест Топ, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л; 0,4 л/т), Вайбранс Макс, ТКС (тиаметоксам, 262,5 г/л + седаксан, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л; 0,5 л/т). В статье представлены результаты, полученные при использовании препаратов в максимальных нормах расхода. Расход рабочей жидкости – 10–15 л/т.

В течение вегетации картофеля наблюдали за всхожестью растений, стеблеобразующей способностью клубней, прохождением фенофаз картофеля, урожайностью. В фазе полных всходов и начало бутонизации картофеля оценивали биометрические параметры роста и развития растений. Также изучали биологическую и хозяйственную эффективность препаратов для защиты культуры от вредных организмов [11, 13, 12]. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. На сегодняшний день для предпосадочной обработки клубней «Государственным реестром…» рекомендовано 23 препарата для защиты от вредных организмов [4, 5, 6, 7].

Однокомпонентные инсектициды представлены следующими действующими веществами – имидаклоприд, тиаметоксам, ацетамиприд, фунгициды – тирам, полигексаметиленгуанидин гидрохлорид, флудиоксонил, флуксапироксад, которые в структуре

применяемых пестицидов составляют 69,6 %, двухкомпонентные инсектициды – имидаклоприд + фипронил и имидаклоприд + бифентрин и фунгициды – пенфлуфен + протиоконазол – 13,0 % и инсектицидно-фунгицидные препараты (2-х-, 3-х-, 4-х-компонентные) – 17,4 % (рисунок 1).

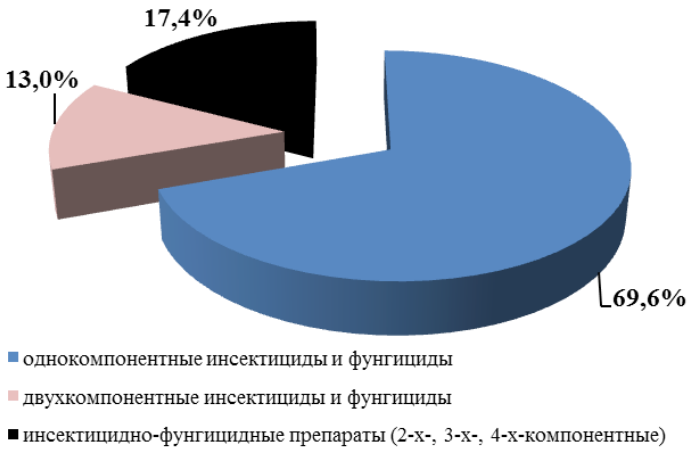


Рисунок 1 – Структура пестицидов по содержанию действующих веществ, рекомендуемых в защите картофеля от вредных организмов [4, 5, 6, 7]

При ранжировании препаратов от вредных организмов по классам опасности, установлено, что 1 препарат из них отнесен ко 2-му классу опасности (среднеопасные) и составляет 4,3 % от общего количества, 19 – к 3-му классу опасности (малоопасные) – 82,6 %, 3 – к 4-му классу опасности (практически не опасные) – 13,0 % (рисунок 2).

При использовании препаратов Эместо Квантум, КС; Вайбранс Макс, ТКС; Селест Топ, КС способом предпосадочной обработки клубней сорта Скарб в годы исследований отрицательного влияния на всхожесть растений картофеля не обнаружено (91,0–99,2 %) (табл.). Однако при использовании препарата Престиж, КС всхожесть достоверно снижалась на 11,4 % в 2011 г. и 11,1 % в 2012 г. по отношению к варианту без обработки, что подтверждается публикациями российских ученых [1].

В то же время выявлено, что применение препарата Эместо Квантум, КС способствовало увеличению всхожести растений картофеля сорта Бриз на 9,4 % по сравнению с контролем без обработки. При использовании комбинированных препаратов Вайбранс Макс, ТКС; Селест Топ, КС; Престиж, КС всхожесть была на уровне контрольного варианта.

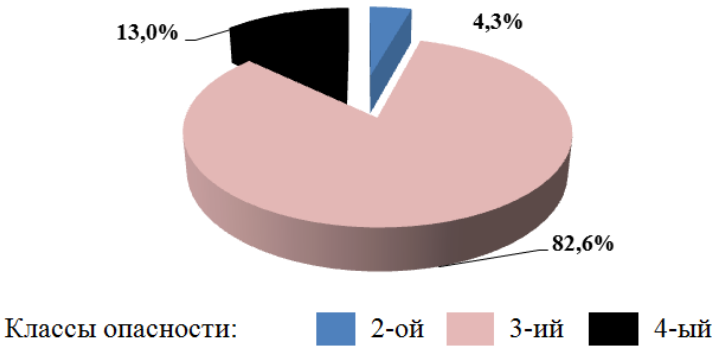


Рисунок 2 – Структура пестицидов по классам опасности, рекомендуемых в защите картофеля от вредных организмов [4, 5, 6, 7]

Существенных отличий между изучаемыми препаратами и вариантом без обработки в прохождении фенологических фаз – начало и массовая бутонизация, начало и массовое цветение, начало и полное отмирание ботвы – как на сорте Скарб, так и на сорте Бриз не выявлено.

Количество стеблей на растение при применении изучаемых препаратов существенно не изменялось, за исключением Селест Топ, КС (0,4 л/т), при использовании которого наблюдалось их снижение на картофеле сорта Скарб в 2011 и 2012 гг. на 0,7 и 0,5 шт/растение соответственно и на сорте Бриз в 2012 г. на 1,2 шт/растение (табл.).

Результаты, представленные в таблице, позволяют сделать вывод о том, что использование препарата Эместо Квантум, КС на картофеле сорта Скарб не оказало существенного влияния на показатели роста и развития растений. Однако на сорте Бриз в условиях 2012 г. наблюдали достоверное увеличение высоты растений на 5,9 см в фазе бутонизация – цветение по отношению к варианту без обработки.

Применение препарата Престиж, КС не оказывало отрицательного влияния на высоту растений картофеля сорта Бриз в отличие от использования его на сорте Скарб, где произошло достоверное снижение высоты растений в фазе всходов на 4,4 и 10,8 см и в фазе бутонизация – цветение на 3,8 и 12,2 см соответственно в 2011 и 2012 гг.

Отмечено, что в 2018 г. предпосадочная обработка клубней картофеля Вайбранс Макс, ТКС достоверно снижала высоту растений в первой половине вегетации на сорте Скарб на 3,5 см и на сорте Бриз на 0,9 см. Вместе с тем, высота растений к фазе бутонизации – цветения достигла уровня контрольного варианта без обработки (табл.).

Таблица – Влияние комбинированных препаратов, применяемых способом предпосадочной обработки клубней, на густоту стояния, биометрические параметры роста и развития растений и продуктивность картофеля разных сортов (мелкоделяночные опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Год	Название препарата – норма расхода, л/т	Всхожесть, %	Количество стеблей, шт/растение	Высота, см		Урожайность, ц/га
				полные всходы	бутонизация – цветение	
Сорт Скарб						
2011	Контроль (без обработки)	97,9	4,6	20,9	58,0	360,0
	Эместо Квантум, КС – 0,35	94,2	4,4	19,4	60,1	506,0
	Селест Топ, КС – 0,4	95,6	3,9	17,6	53,9	484,0
	Престиж, КС – 1,0	86,5	4,1	16,5	54,2	457,0
	$НСР_{05}$		0,6	3,0	2,8	85,0
2012	Контроль (без обработки)	98,8	5,0	22,5	43,1	236,0
	Эместо Квантум, КС – 0,35	99,2	5,4	21,2	43,8	414,0
	Селест Топ, КС – 0,4	97,1	4,5	14,6	40,0	482,0
	Престиж, КС – 1,0	87,7	4,0	11,7	30,9	378,0
	$НСР_{05}$		1,2	4,2	7,4	140,0
2018	Контроль (без обработки)	95,4	4,9	17,5	45,8	398,0
	Вайбранс Макс, ТКС – 0,5	91,0	4,3	14,0	43,7	517,2
	Селест Топ, КС – 0,4	91,3	4,6	15,0	40,6	525,2
	$НСР_{05}$		0,8	0,6	2,3	63,4
Сорт Бриз						
2012	Контроль (без обработки)	97,9	7,0	31,3	53,5	487,4
	Селест Топ, КС – 0,4	98,5	5,8	25,2	48,3	560,3
	Престиж, КС – 1,0	99,0	6,9	31,5	54,0	553,3
	$НСР_{05}$		0,8	5,4	4,2	117,0
	Контроль (без обработки)	90,4	5,5	8,0	33,1	487,0
	Эместо Квантум, КС – 0,35	99,8	6,2	9,2	39,0	503,0
	$НСР_{05}$		1,2	1,3	2,7	94,0
2018	Контроль (без обработки)	96,9	7,4	21,0	43,6	353,4
	Вайбранс Макс, ТКС – 0,5	95,2	7,1	20,1	42,6	420,2
	Престиж, КС – 1,0	96,5	7,1	20,8	42,9	400,2
	$НСР_{05}$		0,7	0,9	1,1	37,2

Примечание. Посадки картофеля сорта Скарб без обработки от колорадского жука, сорта Бриз – обработаны инсектицидом Биская, МД (тиаклоприд, 240 г/л; 0,3 л/га) в 2012 г. и Танрек, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л; 0,2 л/га) в 2018 г.

Селест Топ, КС оказывал отрицательное влияние на биометрические показатели роста растений картофеля, снижая высоту в течение всего периода вегетации независимо от сорта и года проведения исследований. В то же время наблюдаемое действие не оказало влияния на урожайность картофеля.

Оценивая биологическую эффективность изучаемых комбинированных препаратов в годы исследований, выявлено, что на среднеспелом сорте Скарб она составляла от проволочника 54,0–87,7 %, колорадского жука и тлей – до 100 %, что позволило сохранить 21,2–44,4 % урожая клубней картофеля.

Предпосадочная обработка клубней сорта Бриз исследуемыми препаратами обеспечивала защиту подземной части стеблей с эффективностью 60,2–97,8 % по снижению развития ризоктониоза; на столонах развитие болезни было на 51,5–94,9 %, а на клубнях – на 53,2–93,6 % ниже, чем в варианте без обработки клубней.

При помощи статистической обработки данных установлено, что изучаемые препараты не оказывали отрицательного влияния на продуктивность растений. В вариантах с применением препаратов урожайность сорта Скарб составляла 378,0–525,2 ц/га, в вариантах без обработки от колорадского жука – 236,0–398,0 ц/га.

В 2012 г. на сорте Бриз высокая урожайность во всех вариантах опыта (487,0–560,3 ц/га) обусловлена тем, что развитие ризоктониоза на подземной части стеблей и столонах к концу вегетации носило умеренный характер, а интенсивная фоновая защита всех вариантов от вредителей, болезней и сорняков позволила растениям картофеля среднераннего сорта Бриз реализовать потенциал продуктивности. В то время как в условиях 2018 г., когда развитие ризоктониоза к концу вегетации достигало 50,1 % на подземной части растения и 22,3 % на столонах, применение инсектицидно-фунгицидных препаратов позволило сохранить 46,8–66,8 ц/га или 13,2–18,9 % урожая клубней.

Заключение. Для предпосадочной обработки клубней картофеля в защите от вредных организмов (проволочник, колорадский жук, тли, ризоктониоз) разрешено к использованию 23 препарата. Однокомпонентные инсектициды и фунгициды составляют 69,6 % от общего количества зарегистрированных, двухкомпонентные инсектициды и фунгициды – 13,0 % и инсектицидно-фунгицидные препараты – 17,4 %.

При изучении влияния инсектицидно-фунгицидных препаратов на формирование биометрических показателей роста и развития растений картофеля выявлено, что некоторые препараты оказывали негативное воздействие: на сорте Скарб достоверно снижалась всхожесть (Престиж, КС), количество стеблей (Селест Топ, КС) и высота растений (Престиж, КС; Вайбранс Макс, ТКС; Селест Топ, КС), на сорте Бриз – количество стеблей и высота растений (Селест Топ, КС). Однако это не отразилось на продуктивности растений картофеля.

Предпосадочная обработка клубней картофеля комбинированным препаратом Эместо Квантум, КС сорта Скарб не оказала фитотоксического действия на растения картофеля, в то время как сорта Бриз способствовала увеличению всхожести (9,4 %) и высоты растений в фазе бутонизации – цветения (5,9 см) по сравнению с вариантом без обработки.

Таким образом, исследуемые препараты в системах защиты картофеля от проволочников, колорадского жука, тлей-переносчиков вирусных инфекций, ризоктониоза необходимо применять в сельскохозяйственных предприятиях республики, строго соблюдая технологический регламент и учитывая биологические и сортовые особенности картофеля.

Список литературы

1. Ассортимент химических средств защиты растений нового поколения (фунгициды для предпосевной обработки семян) / В.И. Долженко [и др.]. – СПб., ВИЗР, 2013. – 484 с.
2. Белорусский картофель «Скарб» описание сорта, характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rusfermer.net/ogorod/korneplody/kartofel/sorta/srednepozdnie/skarb.html. – Дата доступа: 13.03.2019.
3. Бохон, Т.Н. Предпосадочная обработка семенных клубней – важный резерв повышения урожайности / Т.Н. Бохон, В.Л. Игнатович, В.Т. Михальчик // Материалы XII Междунар. студ. науч. конф., Гродно, 18-20 мая 2011 г.: в 3-х ч. – Ч. 3. – ГГАУ: Гродно, 2011. – С. 113–115.
4. 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.
5. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/Дополнение2019.12.2017.pdf. – Дата доступа: 12.04.19.
6. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/doc/protection/reestr-2017/Dopolnenie_05_04_2018.pdf. – Дата доступа: 12.04.19.
7. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/Дополнение20общее %2012.2018.pdf. – Дата доступа: 12.04.19.
8. Жукова, М.И. Предпосадочная обработка клубней картофеля / М.И.Жукова // Защита и карантин растений. – 2017. – №4. – С. 9–13.
9. Жукова, М.И. Сортовые различия картофеля в реакции на обработку клубней средствами фитосанитарного назначения / М.И.Жукова // Земледелие и защита растений. – 2014. – №1. – С. 52–55.
10. Марков, И. Подготовка семенных клубней картофеля к посадке / И.Марков // Овочівництво. – 2018. – № 4. – С.12–15.
11. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / ВНИИ картоф. хоз-ва; сост.: А.С. Воловик [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 1995. – 108 с.
12. 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.
13. Методические указания по регистрационным испытаниях фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.

14. Михнюк, А.В. Эффективность применения протравителя Эместо Квантум, КС против ризоктониоза картофеля // А.В. Михнюк, Г.К. Журомский, Д.А. Брукиш // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 25 марта, 7 апреля, 3 июня 2016 г. / ГГАУ: Гродно, 2016. – С. 199–200.

15. Молявко, А.А. Действие протравителей и регуляторов роста на урожайность и качество картофеля / А.А. Молявко, Н.П. Борисова, А.В. Марухленко // Адаптивное растениеводство: проблемы и решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (Самохваловичи, 20-23 июля 2004 г.) / РУП «Ин-т картофелеводства» НАН Беларуси. – Минск, 2004. – С. 106–108.

16. Роль предпосадочной обработки клубней в борьбе с болезнями картофеля / С.В. Васильева [и др.] // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 37–40.

17. Рылко, В.А. Картофель: начнем с посадочного материала / В.А. Рылко // Наше сел. хоз.-во. – 2017. – №9. – С. 54–61.

18. Сорт картофеля «Бриз» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sortoved.ru/kartofel/sort-kartofelya-briz.html. – Дата доступа: 12.04.19.

19. Фунгицидная защита картофеля от ризоктониоза, антракноза и серебристой парши / М. Кузнецова [и др.] // Овощеводство. – 2017. – № 4. – С. 56–58.

M.V. Konopatskaya, E.V. Brechko, V.I. Khalaeva
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

FORMATION OF BIOMETRIC INDICATORS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF POTATO PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF PRE-PLANTING TUBERS TREATMENT BY THE INSECTICIDAL – FUNGICIDAL PREPARATIONS

Annotation. The article presents the results of studies on the effect of combined preparations – Prestige, SC (imidacloprid, 140 g/l + pencicuron, 150 g/l; 1.0 l/t), Emesto Quantum, SC (penflufen, 66.5 g/l + clothianidin, 207 g/l; 0.35 l/t), Celest Top, SC (thiamethoxam, 262.5 g/l + diphenoconazole, 25 g/l + fludioxonyl, 25 g/l; 0.4 l/t), Vibrance Maxx, FS (thiamethoxam, 262.5 g/l + sedaxane, 25 g/l + fludioxonyl, 25 g/l; 0.5 l/t), applied by the method of pre-planting tubers treatment for the formation of biometric indicators of Breeze and Scarb potato varieties. It is determined that some preparations have got a negative effect on the growth and development of plants: on Scarb variety the germination has been reliably decreased (Prestige,SC), stems number (Celest Top, SC) and plant height (Prestige, SC; Vibrance Maxx, FS; Celest Top, SC), on Breeze variety – stems number and plant height (Celest Top, SC). However, there has been no reliable decrease in productivity. The absence of a phytotoxic effect on potato plants has been identified with the use of Emesto Quantum, SC. The necessity of strict observance of technological regulations when using insecticidal-fungicidal preparations in the systems of potato protection against noxious organisms in agricultural enterprises of the republic is indicated.

Key words: potato, biometric indicators, germination, height, stems number, insecticidal – fungicidal preparations, noxious entomofauna, tuber diseases.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арашкович С.А. 310, 318
Атакишиева Я.Ю. 144
Бальвас-Гремякова Е.М. 210
Белановская М.А. 9
Белова Е.С. 175
Богомолова И.В. 234
Бойко С.В. 219
Бречко Е.В. 324
Буга С.В. 247, 257
Будревич А.П. 234
Булавин Л.А. 9
Быковская А.В. 239, 276
Быковский А.В. 285, 291, 318
Войтка Д.В. 144
Волосач М.В. 247
Гаджиева Г.И. 153
Гвоздов А.П. 9
Гляковская Е.И. 257
Жоров Д.Г. 257
Жуковская А.А. 169
Жуковский А.Г. 183, 190, 195
Запрудский А.А. 175
Ильюк О.В. 276
Кабзарь Н.В. 18, 73, 85
Кивачицкая М.М. 318
Кирейчик Д.Ю. 302
Кислушко П.М. 310, 318
Колесник С.А. 26, 33, 98, 105
Конопацкая М.В. 203, 324
Корпанов Р.В. 40, 85
Кранцевич В.Д. 9
Лобач О.К. 50
Ляска Ю.Н. 267
Молчан О.В. 153
Одинцов П.Л. 57
Пастухова М.А. 66
Подковенко О.В. 153
Поплевко В.Л. 291
Привалов Д.Ф. 175
Пынтиков С.А. 9
Радивон В.А. 183
Радына А.А. 190
Самонов А.С. 239
Свидунович Н.Л. 195
Середа Г.М. 203
Синицкий В.П. 9
Сорока Л.И. 18, 26, 33, 50, 73, 85, 98
Сорока С.В. 18, 50, 57, 73, 85
Сташкевич А.В. 26, 33, 98, 105
Сташкевич Н.С. 26, 33, 98, 105
Стригун А.А. 267
Ткаленко А.Н. 210
Трепашко Л.И. 239, 276
Халаев А.Н. 190
Халаева В.И. 203, 324
Ханкевич В.А. 9
Цыганов А.Р. 85
Цыганова А.А. 105
Шелюто Б.В. 66
Шкляревская О.А. 111, 120
Юзефович Е.К. 144
Якимович Е.А. 128, 135
Яковенко А.М. 175

AUTHOR INDEX

Arashkovich S.A. 310, 318
Atakishyeva Y.Yu. 144
Balvas-Hremiakova E.M. 210
Belanovskaya M.A. 9
Belova E.S. 175
Bogomolova I.V. 234
Boiko S.V. 219
Brechko E.V. 324
Budrevich A.P. 234
Buga S.V. 247
Bulavin L.A. 9
Bykovskaya A.V. 239, 276
Bykovsky A.V. 285, 291, 318
Gvozdov A.P. 9
Hajyieva H.I. 153
Hankevich V.A. 9
Hliakouskaya K.I. 257
Iljuk O.V. 276
Kabzar N.V. 18, 73, 85
Khalaev A.N. 190
Khalaeva V.I. 203, 324
Kireychik D.U. 302
Kislushko P.M. 310, 318
Kivachitskaya M.M. 318
Kolesnik S.A. 26, 33, 98, 105
Konopatskaya M.V. 203, 324
Korpanov R.V. 40, 85
Krantsevich V.D. 9
Liaska Y.N. 267
Lobach O.K. 50
Molchan O.V. 153
Odintsov P.L. 57
Pastukhova M.A. 66
Podkovenko J.V. 153
Poplevko V.L. 291
Privalov D.F. 175
Pyntikov S.A. 9
Radivon V.A. 183
Radyna A.A. 190
Samonov A.S. 239
Sereda G.M. 203
Shelyutto B.V. 66
Shklyarevskaya O.A. 111, 120
Sinitsky V.P. 9
Soroka L.I. 18, 26, 33, 50, 73, 85, 98
Soroka S.V. 18, 50, 57, 73, 85
Stashkevich A.V. 26, 33, 98, 105
Stashkevich N.S. 26, 33, 98, 105
Strygun A.A. 267
Svidunovich N.L. 195
Tkalenko A.N. 210
Trepashko L.I. 239, 276
Tsyganov A.R. 85
Tsyganova A.A. 105
Voitka D.V. 144
Volosach M.V. 247
Yakimovich E.A. 128, 135
Yakovenko A.M. 175
Yuzefovich E.K. 144
Zaprudsky A.A. 175
Zhorov D.G. 257
Zhukovskaya A.A. 169
Zhukovsky A.G. 183, 190, 195

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 43

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*
Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 30.10.2019. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 19,53.
Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 70 экз. Заказ №17484.

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:
частное производственно-торговое
унитарное предприятие «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