

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 40

Минск
«Колорград»
2016

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:

Л.И. Трепашко (главный редактор), С.В. Сорока (зам. главного редактора), С.Ф. Буга, Д.В. Войтка, А.А. Запрудский, С.И. Гриб, И.Г. Волчкевич, П.М. Кислушко, Э.И. Коломиец, В.С. Комардина, И.А. Прищепа, Л.И. Сорока, Л.В. Сорочинский, Р.В. Супранович, Э.И. Хотько, Е.А. Якимович, С.И. Ярчаковская, В.В. Головач (секретарь).

REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE «RESEARCH AND
PRACTICAL CENTER OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF BELARUS FOR ARABLE FARMING»
REPUBLICAN SCIENTIFIC SUBSIDIARY UNITARY ENTERPRISE
«THE INSTITUTE OF PLANT PROTECTION»



PLANT PROTECTION

Manual of Proceedings

Founded in 1976

Issue 40

Minsk
Kolorgrad
2016

Materials of scientific researches on specific composition, biology, ecology and weed plants harmfulness, insects and causal organisms of agricultural crop diseases are published in the collected articles. Effectiveness and ecological safety of agrotechnical, biological and chemical measures on optimization of phytosanitary agrocenosis situation is presented.

For scientific workers, agronomists in plant protection, lecturers and students of agricultural universities.

Editorial board:

L.I. Trepashko (chief editor), S.V. Soroka (deputy chief editor), S.F. Buga, D.V. Voitka, A.A. Zaprudskij, S.I. Grib, I.G. Volchkevich, P.M. Kislushko, E.I. Kolomiets, V.S. Kamardina, I.A. Prischepa, L.I. Soroka, L.V. Sorochnikij, R.V. Supranovich, E.I. Hotko, E.A. Yakimovich, S.I. Yarchakovskaya, V.V. Halavach (secretary)

СОДЕРЖАНИЕ

Гербология

<i>Гаджиева Г.И.</i> Факторы, влияющие на эффективность гербицидов в посевах сахарной свеклы	11
<i>Зяц П.С.</i> Формирование конкурентоспособности сои относительно сорняков в звене зерно-пропашного севооборота в условиях Лесостепи Украины.....	38
<i>Колесник С.А., Сташкевич А.В., Сорока Л.И.</i> Комбинированные гербициды для защиты посевов кукурузы в Беларуси	43
<i>Корпанов Р.В., Сорока С.В., Сорока Л.И.</i> Биологическая активность послевсходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного.....	52
<i>Пестерева А.С., Сорока Л.И.</i> Влияние срока прополки и норм внесения гербицидов на урожайность яровой пшеницы отечественных сортов	70
<i>Сорока С.В., Цыганов А.Р., Сорока Л.И., Кабзарь Н.В.</i> Эффективность граминицидов в посевах озимых зерновых культур в Беларуси.....	79
<i>Сорока С.В., Цыганов А.Р., Сорока Л.И., Корпанов Р.В., Кабзарь Н.В.</i> Эффективность гербицидов сульфонилмочевинной группы в посевах озимых зерновых культур.....	90
<i>Сорока С.В., Цыганов А.Р., Сорока Л.И., Корпанов Р.В., Кабзарь Н.В., Терещук В.С., Рацкевич Т.И.</i> Эффективность гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана в посевах озимых зерновых культур	108
<i>Цюк А.А.</i> Засоренность посевов и урожайность культур зернопропашного севооборота при основной обработке почвы	125
<i>Чхубианишвили Ц., Цивилашвили Л., Малания И., Кахадзе М.</i> Контроль заразики в посевах подсолнечника в Грузии.....	130
<i>Якимович Е.А.</i> Эффективность применения гербицида лавина, кс в посевах фацелии пижмолистной (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.).....	139
<i>Якимович Е.А., Чубарова А.С., Капустин М.А., Кислушко П.М.</i> Целесообразность применения гербицидов почвенного действия в посевах расторопши пятнистой.....	146

Фитопатология

<i>Бакакина Ю.С., Содель Д.Л., Дубовская Л.В., Волотовский И.Д.</i> Биохимические параметры гуанилатциклазной системы как индикатор устойчивости растений томата к фитофторозу.....	159
---	-----

<i>Жуковский А.Г., Крупенько Н.А., Буга С.Ф., Лешкевич В.Г., Бурнос Н.А.</i> Фитопатологическая ситуация в посевах озимых зерновых культур на сортоиспытательных станциях и участках.....	168
<i>Комардина В.С.</i> Двухкомпонентные фунгициды в системе защиты яблони от болезней.....	177
<i>Нехведович С.И., Войтка Д.В.</i> Особенности биологического метода анализа при проведении фитопатологической экспертизы семян льна масличного.....	183
<i>Пилат Т.Г., Буга С.Ф.</i> Экологизация защиты сливы домашней от клястероспориоза.....	191
<i>Свидунович Н.Л.</i> Патогенный комплекс грибов, паразитирующий на кукурузе (литературный обзор).....	202
<i>Юзефович Е.К., Войтка Д.В.</i> Оптимизация способов внесения микробиопрепаратов для защиты зеленных культур от корневой гнили.....	219

Энтомология

<i>Колтун Н.Е.</i> Структура доминирования фитофагов в яблоневых садах интенсивного типа на различных по устойчивости к парше сортах.....	230
<i>Панченко Т.П., Червякова Л.Н., Гаврилюк Л.Л.</i> Регуляторы роста и развития насекомых для экологически безопасной защиты плодовых культур в Лесостепи Украины.....	238
<i>Радевич С.Ю.</i> Структура популяции паутиных клещей (сем. Tetranychidae) в тепличных агробиоценозах Республики Беларусь.....	245
<i>Романовский С.И.</i> Оптимизация химического контроля численности трипса табачного <i>Thrips tabaci</i> Lind. на культуре огурца защищенного грунта.....	254
<i>Середняк Д.П., Федоренко В.П.</i> Особенности режимов фумигации против наиболее распространенных вредителей хлебных запасов..	263
<i>Синчук О.В., Буга С.В.</i> Анализ поврежденности листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (<i>Tilia</i> L.) личинками второй генерации липовой моли–пестрянки (<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963)) в условиях Беларуси.....	269
<i>Трепашко Л.И., Надточаева С.В., Ильюк О.В., Немкевич М.Г., Быковская А.В., Головач В.В.</i> Использование биопрепаратов в защите сельскохозяйственных культур от вредных объектов.....	278
<i>Трибель С.А., Стригун А.А., Судденко Ю.Н.</i> Пшеничный трипс (<i>Haplothrips tritici</i> Kurd.) и устойчивость пшеницы озимой к данному фитофагу.....	287

<i>Федоренко В. П., Чумак П.Я., Сыкало О.О., Шейко Я. В., Вигера С.М., Ковальчук В.П.</i> Белокрылка табачная <i>Bemisia tabaci</i> Genn. в теплицах г. Киева и меры борьбы с ней	298
<i>Цыцюра Я.Г.</i> Особенности формирования структуры фауны фитофагов агроценоза редьки масличной в правобережной Лесостепи Украины	303

Общие вопросы защиты растений

<i>Заяц М.Ф., Заяц М.А., Кивачицкая М.М., Арашкович С.А.</i> Разработка методик определения остаточных количеств циантранилипрола в семенах и маслах озимого рапса и подсолнечника, в зерне и зеленой массе кукурузы методом ВЭЖХ	311
<i>Заяц М.Ф., Кивачицкая М.М., Быковский А.В.</i> Содержание остаточных количеств фунгицидов и инсектицидов в огурцах и томатах защищенного грунта.....	322
<i>Кивачицкая М.М., Раловец В.Л., Поддубная А.О.</i> Остаточные количества пестицидов в урожае кукурузы	331
<i>Кислушко П.М.</i> Определение остаточных количеств изопротурона в зерновых культурах, почве и воде методом газожидкостной хроматографии.....	339
<i>Сосновска Данута.</i> Значение точного земледелия в интегрированной защите растений Польши	346
Авторский указатель.....	355

CONTENTS

Herbology

<i>Hajyieva H.I.</i> Factors influencing the herbicides efficiency in sugar beet crops.....	11
<i>Zayats P.S.</i> Competitive ability formation of soybean to relatively weeds in crop rotation in forest-steppe of Ukraine.....	38
<i>Kolesnik S.A., Stashkevich A.V., Soroka L.I.</i> Combined herbicides for corn crops protection in Belarus.....	43
<i>Korpanov R.V., Soroka S.V., Soroka L.I.</i> Biological activity of post-emergent herbicides and their mixtures in blue lupine crops.....	52
<i>Pestereva A.S., Soroka L.I.</i> Influence of weeding period and rates of herbicides application on local selection spring wheat yield.....	70
<i>Soroka S.V., Tsyganov A.R., Soroka L.I., Kabzar N.V.</i> Graminicides efficiency in winter grain crops in Belarus.....	79
<i>Soroka S.V., Tsyganov A.R., Soroka L.I., Korpanov R.V., Kabzar N.V.</i> Efficiency of sulfonyl-urea group herbicides in winter grain crops.....	90
<i>Soroka S.V., Tsyganov A.R., Soroka L.I., Korpanov R.V., Kabzar N.V., Tereshchuk V.S., Ratskevich T.I.</i> Efficiency of isoproturon and diflufenican-based herbicides in winter grain crops.....	108
<i>Tsyuk A.A.</i> Weediness and crop yields of cultivated crop rotation grain in primary treatment of soil.....	125
<i>Chkhubianishvili Ts., Tsvilashvili L., Malania I., Kakhadze M.</i> <i>Orobanche cumana</i> Wallr. control in sunflower crops in Georgia.....	130
<i>Yakimovich E.A.</i> Efficiency of herbicide lavina, sc in tancy phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.).....	139
<i>Yakimovich E.A., Chubarova A.S., Kapustin M.A., Kislushko P.M.</i> The expediency of soil herbicides application in milk thistle crops.....	146

Phytopathology

<i>Bakakina Y.S., Sodel D.L., Dubovskaya L.V., Volotovskii I.D.</i> Biochemical parameters of guanylate cyclase system as biomarker of tomato resistance to the late blight.....	159
<i>Zhukovski A.G., Krupenko N.A., Buga S.F., Leshkevich V.G., Burnos N.A.</i> Phytopathological situation in the crops of winter cereals on seed-trial grounds and stations.....	168
<i>Komardina V.S.</i> Two component fungicides in the system of apple-tree protection against the diseases.....	177

<i>Nekhvedovich S.I., Voitka D.V.</i> Features of biological analysis method during phytopathologic examination of seed oil flax.....	183
<i>Pilat T.G., Buga S.F.</i> Ecologization of garden plum protection against shot hole disease.....	191
<i>Svidunovich N.L.</i> The pathogenic complex of fungi parasitizing on corn	202
<i>Yuzefovich E.K., Voitka D.V.</i> Optimization method of deposit biopreparations protection greens from root rot.....	219

Entomology

<i>Koltun N.E.</i> Structure of phytophages dominance in the intensive type apple orchards in different by resistance to scab cultivars.....	230
<i>Panchenko T.P., Chervyakova L.N., Gavrilyuk L.L.</i> The regulators of growth and development insects for ecologically safe protection of orchard crops in the forest -steppe of Ukraine.....	238
<i>Radevich S.Y.</i> Population structure of spider mites (fam. Tetranychidae) under greenhouse agrobiocenosis the Republic of Belarus.....	245
<i>Romanovskiy S.I.</i> Optimization of chemical control of number of trips of tobacco <i>Thrips tabaci</i> Lind. On culture of the cucumber of the protected soil.....	254
<i>Serednyak D.P., Fedorenko V.P.</i> Phosphine fumigation features regimes against the most common pests of grain stocks.....	263
<i>Sinchuk O.V., Buga S.V.</i> Analysis of leaf plate damage of aboriginal and introduced species and forms of limes (<i>Tilia</i> L.) by second generation larvae of lime leaf miner (<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963)) under conditions of Belarus	269
<i>Trepashko L.I., Nadtochaeva S.V., Iliuk O.V., Nemkevich M.G., Bykovskaya A.V., Golovach V.V.</i> Use of biological preparations for agricultural crops protection against	278
<i>Trybel S.O., Strygun O.O., Suddenko Yu.N.</i> Wheat thrips (<i>Haplothrips tritici</i> Kurd.) and resistance of winter wheat against it	287
<i>Fedorenko V.P., Chumak P.Y., Sykalo O.O., Sheyko Y.V., Viger C.M., Kovalchuk V.P.</i> Tobacco whitefly <i>Bemisia tabaci</i> Genn. in greenhouses in Kiev and the response to it	298
<i>Tsytsyura Y.G.</i> Characters of formation of herbivorous pests's structure in agrocenosises of oilseed radish in the right bank forest-steppe in Ukraine	303

General issues of plant protection

<i>Zayats M.F., Zayats M.A., Kivachitskaya M.M., Arashkovich S.A.</i> The development of the methods of cyantraniliprole residue determination in rape and sunflower seeds, rapeseed and sunflower oils, grain and green mass of maize by HPLC	311
<i>Zayats M.F., Kivachitskaya M.M., Bykovsky A.V.</i> Fungicides and insecticides residues content in protected ground cucumbers and tomatoes	322
<i>Kivachitskaya M.M., Ralovets V.L., Poddubnaya A.O.</i> Pesticides residues in corn crop	331
<i>Kislushko P.M.</i> Determination of isoproturon residues in grain crops, soil and water by gas-liquid chromatography method	339
<i>Sosnowska Danuta.</i> Precision agriculture in Polish integrated plant protection	346
Authors index.....	356

ГЕРБОЛОГИЯ

УДК 635.116:632.954

Г.И. Гаджиева

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

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

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

Аннотация. На примере гербицидов группы Бетанала (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л), гербицидов почвенного действия на основе метамитрона и гербицидов на основе клопиралида рассмотрено влияние различных факторов на эффективность их применения в посевах сахарной свеклы. Установлено, что эффективность гербицидов бетанальной группы при оптимальном температурном режиме и достатке влаги достигает 91–94 %, при похолодании или высоких температурах, обильных осадках или низкой влажности почвы и воздуха эффективность существенно снижается. При применении гербицидов почвенного действия в условиях колебания температур, низких ночных температурах и недостаточной влажности почвы биологическая эффективность по снижению численности сорных растений не превышает 65 %, в то время как при применении в оптимальных условиях достигает 74 %. При использовании гербицидов на основе клопиралида оптимальные результаты получены при среднесуточной температуре воздуха +16..+20 °С, достаточной влажности почвы и выпадении осадков, а также при применении гербицидов в чувствительные фазы развития сорняков.

Ключевые слова: сахарная свекла, сорные растения, погодные условия, гербициды, эффективность.

Введение. Факторы внешней среды, такие, как почвенно-климатические условия района, погодные условия (температура воздуха и почвы, количество осадков, влажность почвы), в момент обработки и вскоре после нее имеют большое значение для длительности сохранения гербицида и эффективности его действия. Условиями внешней среды в значительной мере определяется чувствительность сорняков к гербициду. Так, например, замечено, что растения, выросшие в условиях затенения или

при высокой влажности, более чувствительны к гербицидам, чем выросшие на ярком солнечном свете и в период засухи. Объясняется это тем, что во время засухи и на открытом солнечном месте развитие растений происходит быстрее (короткий срок растения достигают поздних фаз развития, вплоть до цветения, имея при этом относительно небольшую высоту), и они становятся более устойчивыми. На почвах, богатых гумусом, вырастают менее устойчивые к гербицидам растения, чем на почвах, бедных органическими веществами [1].

Е.А. Дворянкин и др. обращают внимание на то, что при похолодании и обильных осадках изменяется спектр и уровень засоренности посевов. В связи с этим, действие послевсходовых гербицидов на сорные растения заметно снижается, что приводит к увеличению количества обработок [4]. Кроме того, в условиях холодной погоды также возможно повреждение растений свеклы гербицидами после заморозков. Снижение температуры до 0 °С или до минусовых значений является стрессовым для культуры, и применение гербицидов в это время только усугубляет это состояние. Такое физиологическое состояние растений может продолжаться 3–7 дней, и в течение этого времени вносить гербициды не следует [2]. С другой стороны, при высокой температуре гербициды быстрее разлагаются и легче вымываются в более глубокие слои почвы при значительном количестве осадков [1].

Помимо погодных и почвенно-климатических условий, сохранение гербицида в почве, а отсюда и продолжительность его действия определяются также свойствами самого гербицида, такими, как норма расхода, растворимость в воде, летучесть и др. Для сохранения гербицидов в почве имеет большое значение также деятельность микроорганизмов и pH почвы. Чем выше активность микроорганизмов в почве, тем быстрее разлагаются гербициды. Величина pH по-разному влияет на скорость распада препаратов. В зависимости от свойств одни гербициды легче распадаются в щелочной, другие – в кислой среде [1].

Исследованиями Е.А. Дворянкина и др. установлено, что эффективность применения гербицидов группы Бетанала и Карибу достигает 92,8–98,3%. При этом авторы подчеркивают, что, как правило, посевы обрабатывали гербицидами в сухую ясную солнечную погоду, продолжавшуюся не менее суток. При других условиях эффективность химических послевсходовых обработок была не более 35–75% в зависимости от того, сколько времени

прошло с момента окончания обработки и до начала дождя, его длительности, обилия выпавших осадков и возможности применения наземной техники для повторной обработки [4]. Согласно данным А.М. Гулидова (2000), при использовании Лонтрела в посевах свеклы против бодяка полевого оптимальные результаты получены при температуре +15..+20°С, высокой влажности воздуха, высоте сорняка 15–25 см. В прохладную и жаркую погоду эффективность Лонтрела снижается [5].

По мнению И. Сторчоуса, низкая относительная влажность воздуха, высокая солнечная активность, ветер и жара способствуют тому, что растения после выхода проростков на поверхность почвы покрывают свои листья и стебли слоем защитного эпикутикулярного воскового налета. Такой процесс достаточно динамичный. Например, у растений лебеды белой в фазе двух листьев слой эпикутикулярного воскового налета по сравнению с фазой семядолей возрастал в 2,3 раза, в фазе четырех листьев – уже в 4,5 раза, а в фазе восьми листьев – в 7,1 раза. Такой налет защищает растение не только от высыхания, но и от проникновения в ткани гербицидов. С увеличением защитного слоя воскового налета на поверхности растений снижается способность гербицидов проникать через такие защитные покровы в ткани и проводящие системы сорняков.

Другим важным фактором является способность растений наращивать запасы органических пластических веществ в своих тканях. Пластические вещества в клетках растений выполняют много функций. Среди основных – создание запаса энергетического материала в растении, который особенно необходим в стрессовых ситуациях (например, нарушение фотосинтеза в результате действия гербицидов), и способность пластических веществ химически связывать действующие вещества препаратов и делать их неактивными. У молодых растений запасы пластических веществ (прежде всего сумма углеводов) быстро растут. Например, у растений щирицы обычной в фазе двух листьев содержание пластических веществ по сравнению с фазой семядолей возросло в среднем в 1,6 раза, а в фазе четырех листьев – в 2,2 раза. У растений лебеды белой в фазе двух листьев содержание пластических веществ увеличилось по сравнению с фазой семядолей в 2,6 раза, а в фазе четырех листьев – в 3,3 раза. К формированию у растений восьми листьев содержание пластических веществ возрастало в 4,6 раза. Исходя

из этого, опрыскивание посевов автор считает целесообразным проводить, когда большинство всходов сорных растений находится в фазах семядолей-двух листьев. В таком случае высокой эффективности действия можно достичь даже при применении минимальных норм расхода гербицидов [3].

Влияние погодных условий на эффективность гербицидов различного спектра действия изучено нами в 2010–2012 и 2014–2015 гг. на примере гербицидов бетанальной группы (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л), гербицидов почвенного действия на основе метамитрона и гербицидов на основе клопиралида.

Место и методика проведения исследований. Исследования по определению эффективности гербицидов проведены в соответствии с «Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь» [6]. Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Мероприятия по уходу за посевами – в соответствии с интенсивной технологией. Методические данные в годы исследований, схемы опытов и даты обработок представлены по ходу изложения материала. Уборка урожая осуществлялась поделочно; определение технологических качеств корнеплодов сахарной свёклы – в РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле» (г. Несвиж, Минская область). Полученные данные обработаны по методикам, изложенным в книге «Методика полевого опыта» [7].

Результаты исследований. Эффективность гербицидов бетанальной группы (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л) в зависимости от погодных условий в период применения изучена в 2011–2012 гг. в РУП «Институт защиты растений» и ОАО «Гастелловское» Минского района и области на примере Бетанала эксперт ОФ, КЭ и Бетрисана, КЭ.

В 2011 г. посев свёклы проведен 9 июня. Сроки применения препаратов: 22 июня, 11 и 26 июля (при трёхкратном опрыскивании); 8, 25 июля (при двукратном) и 13 июля – при однократном опрыскивании.

В первые дни после посева свёклы стояла жаркая солнечная погода: температура воздуха днём составляла +24..+28 °С, ночью – +14..+18 °С, что в условиях недостаточной влажности почвы замедляло появление всходов свёклы. С 14 июня наблюдалось понижение температуры – до +22..+24 °С днём и

+12..+14 °С ночью, изредка проходили кратковременные дожди (20 июня град). В наиболее холодный день 21 июня температура воздуха днём составляла +17..+19 °С, ночью – +10..+12 °С. С 22 июня (в период появления всходов свёклы) установилась и сохранялась в течение последующих двух недель умеренно тёплая с дождями погода: температура воздуха днём составляла +20..+25 °С, ночью – +10..+15 °С. За месяц выпало 118 мм осадков, из которых практически половина (52,1 мм) – 29 июня. Количество дней с осадками более 1 мм составило 18; в первой декаде месяца дожди совсем не проходили.

Июль характеризовался преобладанием теплой и дождливой погоды. Большую часть месяца среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму на 1–5 °С и находилась в пределах +17..+24 °С; в дневные часы воздух, в основном, прогревался до +22..+29 °С. Минимальная температура воздуха ночью в течение месяца, в основном, колебалась от +12..+19 °С; только в отдельные ночи в периоды похолоданий воздух местами охлаждался до +10..+11 °С. В целом за месяц средняя температура воздуха составила +20,2 °С и оказалась выше климатической нормы. Дожди носили ливневый характер и выпадали часто; в целом за месяц выпало 95 мм осадков (чуть выше нормы). В течение трех дней (12, 16 и 22 июля) отмечались сильные ливни: выпало 44,7 мм осадков. Достаток тепла и влаги способствовали формированию урожая сельскохозяйственных культур, создавались предпосылки для распространения болезней, а также наблюдалось прогрессирование сорной растительности. В конечном итоге это сказалось на эффективности гербицидов.

При закладке опыта в посевах сахарной свёклы произрастали, в основном, однолетние сорные растения, их численность составляла 56,5 шт./м². Наиболее распространёнными были марь белая – 24,5 шт./м² (43,4%), просо куриное – 21,0 шт./м² (37,2%), которые в общей численности сорняков составляли 80,6%, и мятлик однолетний – 5,0 шт./м² (8,8%); численность ромашки составляла 2,0 шт./м² (3,5%), горца шероховатого – 1,5 шт./м² (2,6%), падалицы рапса – 1,0 шт./м² (1,8%); численность пастушьей сумки, пикульника обыкновенного и фиалки полевой не превышала 0,5 шт./м² (по 0,9%).

Через месяц после обработок в вариантах с трёхкратным опрыскиванием гербицидами Бетанал эксперт ОФ, КЭ (эталон)

и Бетрисан, КЭ (1,0; 1,0; 1,0 л/га) численность сорных растений снижалась на 75,9–77,6% (при численности в контроле 86,4 шт./м²), их вегетативная масса – на 82,4–84,0% (при массе в контроле 3786 г/м²) (табл. 1). При этом марь белая, пастушья сумка и пикульник обыкновенный погибли на 94,3–100%, горец шероховатый – на 74,1–81,5%, биологическая эффективность по снижению их вегетативной массы составила 83,0–100%; численность проса куриного снизилась на 64,0–66,1%, его вегетативная масса – на 82,9–84,2%, мятлика однолетнего – на 60,4–66,0 и 60,3–69,8%, соответственно. Недостаточно эффективным было трёхкратное опрыскивание по отношению к фиалке полевой – 57,1–71,4% – по снижению численности и 50,0% – по снижению её вегетативной массы. Численность и вегетативная масса падалицы рапса и ромашки непахучей была на уровне или выше контроля.

Двукратная обработка гербицидами Бетанал эксперт ОФ, КЭ и Бетрисан, КЭ (1,5; 1,5 л/га) в фазу 2–4-х листьев сорных растений снижала численность и вегетативную массу пастушьей сумки и пикульника обыкновенного на 100%, мари белой – на 94,0–96,1%; численность проса куриного, мятлика однолетнего и фиалки полевой снижалась на 50,9–70,0%, их вегетативная масса – на 51,6–80,0%; численность и вегетативная масса падалицы рапса и ромашки непахучей была на уровне или выше контроля (при численности сорных растений в контроле 84,3 шт./м² и их вегетативной массе 3852 г/м²) (табл. 1).

При однократном опрыскивании гербицидами в норме расхода 3,0 л/га в фазу 4-х листьев свёклы численность мари белой снижалась на 90,0–91,3%, пастушьей сумки и пикульника обыкновенного – на 85,7–100%, их вегетативная масса – на 82,3–100%; биологическая эффективность по снижению численности фиалки полевой составила 53,8%, её вегетативной массы – 46,1–61,5%; гибель проса куриного и мятлика однолетнего не превышала 34,3–45,2% при снижении вегетативной массы на 44,0–60,4% (табл. 1).

Применение гербицидов в условиях 2011 г. позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 370–389 ц/га свёклы при трёхкратном опрыскивании, 330–357 ц/га – при двукратном и 300–304 ц/га – при однократном опрыскивании и увеличить выход сахара на 63–67, 55–63 и 49–53 ц/га, соответственно, (табл. 2).

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов бетанальных группы (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л) в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2011 г.)

Вариант	Численность сорняков (в числителе), шт./м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю*							в том числе				
	всех	марь белая	просо куриное	мятлик однолетн.	ромашка непахучая	пастушья сумка	падалица рапса	фиалка полевая	пикульник обыкновен.			
Контроль (без применения гербицидов)	84,3–86,6	30,0–38,7	33,3–35,0	5,3–7,3	2,7–3,3	1,0–2,7	0,7–1,3	0,7–1,3	0,7			
Бетанал эксперт Оф, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	19,4–77,6	1,5–96,1	11,3–66,1	1,8–66,0	2,7–3,3	0–100	1,3–урав.	0,3–57,1	0–100			
Бетрисан, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	20,8–75,9	2,2–94,3	12,0–64,0	2,1–60,4	3,0–увел.	0–100	0,6–53,8	0,2–71,4	0–100			
Бетанал эксперт Оф, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	25,0–70,4	2,3–94,0	15,3–55,0	2,7–50,9	3,0–увел.	0–100	1,3–урав.	0,4–60,0	0–100			
Бетрисан, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	23,9–71,7	1,5–96,1	16,0–52,9	2,4–54,7	2,7–урав.	0–100	1,0–23,1	0,3–70,0	0–100			
Бетанал эксперт Оф, КЭ (3,0 л/га) – однократно	35,2–59,4	2,6–91,3	23,0–34,3	4,3–41,1	3,3–урав.	0,3–88,9	1,0–увел.	0,6–53,8	0,1–85,7			
Бетрисан, КЭ (3,0 л/га) – однократно	33,7–61,1	3,0–90,0	21,5–38,6	4,0–45,2	3,0–урав.	0,3–88,9	0,7–урав.	1,2–урав.	0–100			

Вариант	Вегетативная масса сорняков (в числителе), г/м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю**									
	всех	марь белая	просо куриное	мятлик однолетн.	ромашка непахучая	пастушья сумка	падалца рапса	фялка полевая	пикульник обыкновен.	
Контроль (без применения гербицидов)	3852– 4461	1160– 1346	2320– 2860	53–62	54–56	7–34	87–140	2–13	5–12	
Бетанал эксперт Оф, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>607</u> 84,0	<u>32</u> 97,2	<u>367</u> 84,2	<u>16</u> 69,8	<u>67</u> увел.	<u>0</u> 100	<u>112</u> увел.	<u>1</u> 50,0	<u>0</u> 100	
Бетрисан, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>668</u> 82,4	50 95,7	398 82,9	21 60,3	<u>80</u> увел.	0 100	<u>105</u> уров.	1,0 50,0	0 100	
Бетанал эксперт Оф, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>1085</u> 71,8	48 96,0	787 66,8	30 51,6	60 увел.	0 100	158 увел.	2 60,0	0 100	
Бетрисан, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>1062</u> 72,4	<u>32</u> 97,3	835 64,7	25 59,7	<u>57</u> уров.	0 100	112 20,0	1 80,0	0 100	
Бетанал эксперт Оф, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>1822</u> 59,2	98 92,7	1524 46,7	26 51,0	58 увел.	4 88,2	106 увел.	5 61,5	1 91,7	
Бетрисан, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>1909</u> 57,2	130 90,4	1602 44,0	21 60,4	51 уров.	<u>6</u> 82,3	<u>92</u> увел.	7 46,1	0 100	

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

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность гербицидов бетанальной группы (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л) в посевах сахарной свеклы

Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га		Сахаристость корнеплодов, %		Расчётный выход сахара, ц/га	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
Контроль (без применения гербицидов)	118	171	16,4	16,92	19	28,9
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	488	606	16,8	17,80	82	107,9
Бетрисан, КЭ (1,0 л/га) - трёхкратно	507	598	17,0	17,80	86	106,4
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	448	626	16,6	17,30	74	108,3
Бетрисан, КЭ (1,5 л/га) - двукратно	475	626	17,2	17,30	82	108,3
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (3,0 л/га) – однократно	418	614	16,3	17,48	68	107,3
Бетрисан, КЭ (3,0 л/га) – однократно	422	581	17,0	18,24	72	106,0
НСР ₀₅	92	80				

В 2012 г. сев свеклы проводили 5 мая. Гербициды применяли 22 мая, 1 и 15 июня (при трёхкратном опрыскивании); 29 мая, 8 июня (при двукратном) и 4 июня – при однократном опрыскивании.

В первые дни после посева свёклы (6–10 мая) стояла тёплая погода: температура воздуха днём составляла +16..+22 °С, ночью – +8..+12 °С, проходили кратковременные дожди. С 10 по 12 мая наблюдалось повышение температуры – до +22..+25 °С днём и +14..+18 °С ночью. В дальнейшем (13–15 мая) температура воздуха днём не превышала 16 °С, ночью опускалась до +4..+6 °С. С 16 мая (в период появления всходов свёклы) установилась и сохранялась в течение последующих двух недель тёплая погода: днём воздух прогревался до 23 °С (а 21–23 мая – до +27..+29 °С), ночью – +8..+12 °С (23 мая – до +18 °С). Средняя температура воздуха составила +14,1 °С, что выше климатической нормы на

1,4 °С. За май выпало 51 мм осадков (около месячной нормы); интенсивные дожди отмечены 17 мая (выпало 25,4 мм).

Июнь характеризовался дождливой погодой и колебаниями температурного режима. Почти всю первую декаду, в середине и в конце месяца наблюдалась прохладная погода с преобладающей среднесуточной температурой воздуха +10..+15 °С, что на 1–5 °С ниже климатической нормы. Минимальная температура воздуха ночью составляла +5..+12 °С, днем, в основном, было +13..+20 °С. В самый холодный период 2–3 июня среднесуточная температура воздуха понижалась до +7..+9 °С, что на 6–8 °С ниже средних многолетних значений; ночью температура не превышала +4..+6 °С, днем – +10..+12 °С. В наиболее теплые дни (10–11, 18, 20 и 24 июня) температура воздуха днем составляла +23..+25 °С, минимальная по ночам была +10..+16°. Очень теплая погода наблюдалась 19 июня: днем воздух прогревался до +29 °С, ночью – +14..+16 °С. В целом, средняя температура воздуха за июнь составила +15 °С и была на 1 °С ниже средних многолетних значений. Июнь был дождливым. Дожди выпадали часто и большей частью носили ливневой характер, нередко отмечались сильные дожди, когда за полусутки выпадало более 15 мм. За месяц выпало 131 мм осадков, что соответствует 1,5 месячным нормам. Достаточные влагозапасы в почве в сочетании с невысоким температурным режимом способствовали формированию урожая основных сельскохозяйственных культур и росту сорных растений.

При учете исходной засоренности в посевах сахарной свёклы произрастали: марь белая – 24,0 шт./м² (40,7%), пастушья сумка – 9,0 шт./м² (15,2%), подмаренник цепкий – 7,0 шт./м² (11,9%), осот полевой – 6,0 шт./м² (10,2%), фиалка полевая – 4,0 шт./м² (6,8%), звездчатка средняя – 3,0 шт./м² (5,1%), щавель конский – 2,0 шт./м² (3,4%), горец вьюнковый – 1,5 шт./м² (2,5%), ярутка полевая и пикульник обыкновенный – по 1,0 шт./м² (по 1,7%), горец шероховатый – 0,5 шт./м² (0,8%). В общей численности сорняков марь белая, пастушья сумка, подмаренник цепкий, осот полевой, фиалка полевая составляли 84,8%. Учитывая высокую засоренность посевов свёклы осотом желтым и видами горца, была проведена фоновая обработка Лонтрелом 300, 30% в.р. (0,4 л/га).

Согласно результатам исследований, через месяц после обработок в вариантах с трёхкратным опрыскиванием гербицидами Бетанал эксперт ОФ, КЭ (эталон) и Бетрисан, КЭ (1,0; 1,0; 1,0 л/га)

численность сорных растений снижалась на 91,1–94,0% (при численности в контроле 115,0 шт./м²), их вегетативная масса – на 94,5–97,1% (при массе в контроле 5242 г/м²) (табл. 3). При этом марь белая, звездчатка средняя, пикульник обыкновенный, щирица запрокинутая, ярутка полевая погибли на 94,7–100%, их вегетативная масса снизилась на 96,0–100%; биологическая эффективность по снижению численности пастушьей сумки составила 92,0–94,0%, её вегетативной массы – 91,7–93,2%; численность и масса подмаренника цепкого снизились на 81,0–85,7 и 85,2–89,8%, фиалки полевой – на 60,0–70,0 и 67,7–77,8%, соответственно. Существенной разницы в эффективности между гербицидами не отмечено.

Двукратная обработка гербицидами Бетанал эксперт ОФ, КЭ и Бетрисан, КЭ (1,5; 1,5 л/га) в фазу 2–4-х листьев сорных растений снижала численность мари белой, звездчатки средней, пикульника обыкновенного, ярутки полевой на 93,4–100%, их вегетативную массу – на 96,5–100%; численность и вегетативная масса пастушьей сумки снижались на 93,3–95,2%, подмаренника цепкого и фиалки полевой – на 70,0–75,0 и 70,0–88,5%, соответственно. Численность всех сорных растений снижалась на 89,7–90,0% (при численности в контроле 128,0 шт./м²), их вегетативная масса – на 94,1–95,3% (при массе в контроле 6841 г/м²) (табл. 3).

При однократном опрыскивании гербицидами в норме расхода 3,0 л/га в фазу 4-х листьев свеклы численность мари белой и звездчатки средней снижалась на 90,8–94,0%, их вегетативная масса – на 94,5–97,5%; биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы пастушьей сумки и пикульника обыкновенного составила 86,0–100%; фиалка полевая и щирица запрокинутая погибли на 64,3–75,0%, их вегетативная масса снизилась на 77,3–83,3%; численность и масса подмаренника цепкого снизились на 65,6–78,0%. Численность всех сорняков снижалась на 83,5–83,8% (при численности в контроле 98,0 шт./м²), их вегетативная масса – на 93,1–94,4% (при массе в контроле 6230 г/м²) (табл. 3).

Применение гербицидов позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 410–455 ц/га свеклы и увеличить выход сахара на 77–79 ц/га по отношению к контролю (табл. 2).

Таблица 3 – Эффективность гербицидов бетанальной группы (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумезат, 112 г/л) в в посевах сахарной свёклы (ОАО «Гастелловское», Минская область и район, 2012 г.)

Вариант	Численность сорняков (в числителе), шт./м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю*							в том числе				
	марь белая	подмаренник цепкий	пастушья сумка	фиалка полевая	звездчатка средняя	пикульник обычных.	щирца запрокин.	ярутка полевая				
Контроль (без применения гербицидов)	98,0–128,0	16,0–24,0	15,0–27,0	3,0–7,0	3,0–5,0	3,0	2,0	1,0				
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>6,9</u> 97,4	3,0 85,7	1,5 94,0	0,9 70,0	0 100	0 100	0 100	0 100				
Бетрисан, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>10,2</u> 94,7	4,0 81,0	2,0 92,0	1,2 60,0	0 100	0 100	0 100	0 100				
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>12,8</u> 96,7	7,0 70,8	1,8 93,3	1,5 70,0	0 100	0 100	0,5 75,0	0 100				
Бетрисан, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>13,1</u> 93,4	6,0 75,0	1,3 95,2	1,5 70,0	0 100	0 100	0,3 85,0	0 100				
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>15,9</u> 90,8	5,5 65,6	2,0 86,7	2,0 71,4	0,3 94,0	0 100	0,6 70,0	1,0 уров.				
Бетрисан, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>16,2</u> 91,8	5,5 65,6	2,1 86,0	2,5 64,3	0,6 88,0	0 100	0,5 75,0	1,0 уров.				

Окончание таблицы 3

Вариант	Вегетативная масса сорняков (в числителе), г/м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю**									
	всех	марь белая	подмаренник цепкий	пастушья сумка	фиалка полевая	звездчатка средняя	пикульник обыкновен.	щирца запрокин.	ярутка полевая	
Контроль (без применения гербицидов)	5242–6841	3900–4500	550–1500	410–840	9–72	196–208	86–112	22–52	40–46	
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>150</u> 97,1	<u>58</u> 98,5	<u>80</u> 89,8	<u>10</u> 93,2	<u>2</u> 77,8	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	
Бетрисан, КЭ (1,0 л/га) – трёхкратно	<u>287</u> 94,5	156 96,0	116 85,2	<u>12</u> 91,7	<u>3</u> 66,7	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>323</u> 95,3	108 97,6	172 88,5	26 93,7	11 72,5	0 100	0 100	6 84,2	0 100	
Бетрисан, КЭ (1,5 л/га) – двукратно	<u>402</u> 94,1	<u>158</u> 96,5	<u>203</u> 86,5	24 94,1	<u>12</u> 70,0	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>5</u> 86,5	<u>0</u> 100	
Бетанал эксперт ОФ, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>350</u> 94,4	112 97,5	121 78,0	<u>78</u> 90,7	<u>12</u> 83,3	<u>5</u> 97,5	<u>0</u> 100	4 81,8	18 55,0	
Бетрисан, КЭ (3,0 л/га) – однократно	<u>432</u> 93,1	109 97,5	154 72,0	118 86,0	13 81,9	11 94,5	0 100	5,0 77,3	22 45,0	

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

Влияние погодных условий на эффективность гербицидов почвенного действия изучена на примере Голтикса, КС (эталон) и Голтизана 700 КС (препарат находится в стадии регистрации) (метамитрон, 700 г/л) в 2014–2015 г. Vegetационные сезоны значительно отличались по погодным условиям и являются наиболее показательными по влиянию на сорные растения. Так, средняя за июнь 2014 г. температура воздуха составила +14,5°С, что на 1,5°С ниже климатической нормы. С 1 по 12 июня и в последних числах месяца преобладала теплая погода: среднесуточная температура воздуха находилась в пределах +15..+19°С, в дневные часы воздух прогревался до +20..+26°С. С 13 по 28 июня установилась более прохладная погода со средней температурой воздуха +12..+15°С и дневной +15..+20°С, лишь в отдельные дни (19 и 26 июня) было немного теплее – +21..+22°С. 18 июня средняя за сутки температура воздуха понижалась до +10°С, а ночью – до +4,5°С. Минимальная температура воздуха в большинстве ночей июня колебалась от +7° до +13°С, в период теплой погоды она составила +14..+16°С. Дожди в июне отмечались довольно часто и носили, в основном, кратковременный характер (только 1 июня выпало 80 мм). В целом за месяц выпало 118 мм осадков (около 1,5 месячной нормы). Сложившиеся погодные условия благоприятствовали эффективному действию гербицидов почвенного действия. Сев свеклы свеклы – 4 июня; гербициды до всходов культуры применяли 11 июня, при трехкратном опрыскивании в фазу семядольных листьев сорных растений – 16 июня, 26 июня, 12 июля.

Согласно полученным результатам, при применении гербицида Голтизан 700 КС до всходов свеклы в нормах расхода 5,0 и 6,0 л/га биологическая эффективность по снижению численности сорных растений через месяц после обработки составила 68,2–73,4%, их вегетативной массы – 82,7–85,9% (в эталоне: Голтикс, КС в норме расхода 6,0 л/га – 73,7 и 86,1%, соответственно). При этом пастьуха сумка и ярутка полевая погибли полностью; численность и вегетативная масса падалицы рапса и горца шероховатого снижались на 80,0–90,9% и 87,1–95,5%, соответственно; гибель пикульника обыкновенного и мари белой составила 48,1–62,5% (в эталоне – 53,8–54,2%), снижение их вегетативной массы – 52,9–61,9% (в эталоне – 58,3–62,3%) (табл. 4). В дальнейшем наблюдалось нарастание численности сорных растений, и через 40–45 дней после опрыскивания визуально делянки по засоренности не отличались от делянок без применения гербицидов.

Таблица 4 – Биологическая эффективность гербицидов почвенного действия на основе метамитрона в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2014 г.)

Вариант	Численность сорняков (в числителе), шт./м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю*						
	всех	в том числе					
		марь белая	горец шероховатый	падалица рапса	пикульник обыкновенный	ярутка полевая	пастушья сумка
Контроль (без применения гербицидов)	134,0–154,0	52,0–56,0	36,0–44,0	34,0–40,0	2,0–12,0	4,0	1,0–2,0
Голтикс, КС (6,0 л/га) – эталон 1	40,5 73,7	24,0 53,8	6,0 86,4	5,0 80,0	5,5 54,2	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (5,0 л/га)	49,0 68,2	27,0 48,1	8,0 81,8	8,0 80,0	6,0 50,0	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (6,0 л/га)	40,5 73,4	25,0 51,9	4,0 90,9	7,0 82,5	4,5 62,5	0 100	0 100
Голтикс, КС (1,5 л/га) – трехкратно – эталон 2	14,0 89,6	9,0 83,9	0 100	5,0 85,3	0 100	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (1,5 л/га) – трехкратно	16,0 88,1	10,0 82,1	0 100	6,0 82,4	0 100	0 100	0 100
Вариант	Масса сорняков (в числителе), г/м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю**						
	всех	в том числе					
		марь белая	горец шероховатый	падалица рапса	пикульник обыкновенный	ярутка полевая	пастушья сумка
Контроль (без применения гербицидов)	1041–4320	265–1260	263–929	487–2020	8–17	5–100	4–9
Голтикс, КС (6,0 л/га) – эталон 1	145 86,1	100 62,3	16 93,9	22 95,5	7 58,3	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (5,0 л/га)	180 82,7	116 56,2	34 87,1	22 95,5	8 52,9	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (6,0 л/га)	147 85,9	101 61,9	16 93,9	23 95,3	7 58,3	0 100	0 100
Голтикс, КС (1,5 л/га) – трехкратно – эталон 2	344 92,0	240 81,0	0 100	104 94,9	0 100	0 100	0 100
Голтизан 700 КС ¹ (1,5 л/га) – трехкратно	427 90,1	252 80,0	0 100	175 91,3	0 100	0 100	0 100

¹ Гербицид в стадии регистрации; * в контроле указана численность сорных растений, шт./м²; ** в контроле вегетативная масса сорняков, г/м².

Перед обработкой гербицидами после появления всходов свеклы в посевах сахарной свёклы произрастали, в основном, однолетние сорные растения, их численность составляла 77,0 шт./м². Наиболее распространёнными были: марь белая – 38,0 шт./м² (49,4%), падалица рапса – 19,0 шт./м² (24,7%), горец шероховатый – 16,0 шт./м² (20,9%); численность ярутки полевой составляла 2,5 шт./м² (3,2%); численность пикульника обыкновенного и пастушьей сумки не превышала 0,5–1,0 шт./м² (0,6–1,3%). В общей численности сорняков марь белая, падалица рапса и горец шероховатый составляли 94,9%. Учитывая высокую засоренность посевов свёклы видами осота, горцем шероховатым и пыреем ползучим, была проведена фоновая обработка Лонтрелом 300, ВР (0,3 л/га) + Малибу 104 КЭ (1,0 л/га).

При трехкратном опрыскивании гербицидами Голтикс, КС и Голтизан 700 КС в норме расхода 1,5 л/га в фазу семядольных листьев сорных растений биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы всех сорных растений составила 88,1–92,0%. При этом горец шероховатый, ярутка полевая, пикульник обыкновенный, пастушья сумка и фиалка полевая погибли полностью; численность и вегетативная масса мари белой снижались на 80,0–83,9%, падалицы рапса – на 82,4–85,3% и 91,3–94,9%, соответственно. Существенной разницы в эффективности между гербицидами не отмечено (табл. 4). Следует обратить внимание, что данная ситуация сохранилась до уборки урожая.

Применение гербицидов Голтикс, КС (6,0 л/га) и Голтизан 700 КС (5,0 и 6,0 л/га) до всходов свеклы позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 404–443 ц/га свёклы (при урожайности в варианте без применения гербицида 24 ц/га) и увеличить выход сахара на 68,4–71,3 ц/га (при расчётном выходе сахара в варианте без гербицидов 3,9 ц/га). Трехкратное опрыскивание гербицидами Голтикс, КС (1,5; 1,5; 1,5 л/га) и Голтизан 700 КС (1,5; 1,5 и 1,5 л/га) в фазу семядольных листьев преобладающих видов сорных растений позволило получить 584–597 ц/га корнеплодов сахарной свеклы (расчетный выход сахара – 99,4–101,8 ц/га). При этом необходимо отметить, что при трехкратном опрыскивании получен достоверно сохраненный урожай не только по отношению к варианту без применения гербицидов, но и к вариантам с их применением до всходов свеклы (табл. 5).

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность гербицидов почвенного действия на основе метамитрона в посевах сахарной свёклы (РУП «Институт защиты растений», 2014–2015 гг.)

Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га		Сахаристость корнеплодов, %		Расчётный выход сахара, ц/га	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Контроль (без применения гербицидов)	24	90	16,15	16,60	3,9	14,9
Голтикс, КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы – эталон 1	467	439	16,10	16,50	75,2	72,4
Голтизан 700 КС (5,0 л/га) – до всходов свеклы	428	422	16,90	16,10	72,3	67,9
Голтизан 700 КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы	447	419	16,25	16,00	72,6	67,0
Голтикс, КС (1,5 л/га) – трехкратно – эталон 2	608	472	16,35	16,45	99,4	77,6
Голтизан 700 КС (1,5 л/га) – трехкратно	621	460	16,40	16,70	101,8	76,8
НСП ₀₅	52	64				

В 2015 г. гербициды до всходов культуры применяли 11 мая, после всходов свеклы в фазу семядольных листьев сорняков – 20 мая, 29 мая, 9 июня (посев проведен 5 мая). Средняя температура воздуха в мае составила от +12,5°, что в пределах средних многолетних значений. При этом среднесуточная температура воздуха в течение мая колебалась от +7..+13 °С до +14..+20 °С, что около климатической нормы. Однако по температурному режиму месяц был неоднородным – непродолжительные волны тепла чередовались с периодами похолоданий. Так, 1, 14–16 мая средняя температура воздуха не превышала +7..+8 °С; в то же время в наиболее теплые сутки (18–19, 24 и 31 мая) средний фон температуры повышался до +18..+19 °С при дневных температурах +24..+27 °С, ночные температуры удерживались на уровне +9..+13 °С. Преобладающая температура ночью составила +4..+10 °С, в отдельные ночи в первой и второй декадах мая температура воздуха выше 0..+3 °С не поднималась. Дожди в мае отмечались часто и носили, преимущественно, кратковременный характер; только 5 мая выпало 26,6 мм осадков, а в среднем за месяц – 74,4 мм. Колебания температур как в течение суток, так и на протяжении всего месяца, оказали определенное влияние на эффективность гербицидов данной группы. Июнь характеризовался преобладанием сухой и теплой погоды. Средняя за месяц температура воздуха составила +16,5 °С, что на уровне

и даже чуть выше климатической нормы. Большую часть месяца среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от +16° до +20°С; в наиболее теплые дни (1, 5 и 12 июня) среднесуточная температура воздуха составила +21..+22°С, днем воздух прогревался до +27..+29°С; лишь 19–20 июня средняя за сутки температура воздуха не превышала +13,5..+14,3°С. Минимальная температура воздуха в большинстве ночей июня колебалась от +6°С до +12°С. Дожди отмечались редко, носили кратковременный характер и были, преимущественно, небольшие; лишь 29 июня выпало 19,8 мм. В целом за месяц выпало 34,8 мм осадков (около месячной нормы).

При применении гербицидов Голтикс, КС в норме расхода 6,0 л/га и Голтизан 700 КС в нормах расхода 5,0 и 6,0 л/га численность и вегетативная масса мастущей сумки снижались на 82,8–94,1%, мари белой – на 68,4–77,9%, падалицы рапса – на 54,1–70,3%. Биологическая эффективность по снижению численности горца шероховатого составила 50,0–62,5%, по снижению вегетативной массы не превышала 43,8%. Недостаточно эффективным было опрыскивание против пикульника обыкновенного и ярутки полевой: гибель сорных растений не превышала 23,1%, их вегетативная масса снижалась до 45,9%. Не оказывали влияние гербициды при применении до всходов свеклы на снижении численности и вегетативной массы подмаренника цепкого. Общая численность сорных растений в вариантах с применением Голтикса, КС и Голтизана 700 КС в изучаемых нормах расхода снижалась на 57,6–64,7% (при численности сорных растений в варианте без применения гербицидов 199,5 шт./м²), их вегетативная масса – на 59,4–65,3% (при массе сорных растений в варианте без применения гербицидов – 2159 г/м²) (табл. 6).

Перед обработкой гербицидами после появления всходов свеклы в посевах произрастали, в основном, однолетние сорные растения, их численность составляла 104,5 шт./м². Наиболее распространёнными были: марь белая – 48,5 шт./м² (46,4%), пастушья сумка – 15,5 шт./м² (14,8%), падалица рапса – 13,0 шт./м² (12,5%), пикульник обыкновенный – 11,0 шт./м² (10,5%), подмаренник цепкий – 8,5 шт./м² (8,1%), ярутка полевая – 5,0 шт./м² (4,8%), звездчатка средняя – 3,0 шт./м² (2,9%). В общей численности сорняков марь белая, пастушья сумка, падалица рапса и пикульник обыкновенный составляли 84,2%.

При трехкратном опрыскивании гербицидами Голтикс, КС и Голтизан 700 КС¹ в норме расхода 1,5 л/га после всходов свеклы численность и вегетативная масса мари белой, пастушьяй

сумки, пикульника обыкновенного, ярутки полевой снижались на 71,9–93,4%, падалицы рапса – на 66,7–79,5%; биологическая эффективность по снижению численности и вегетативной массы горца шероховатого не превышала 62,5%. Не оказывали влияние гербициды на снижении численности и вегетативной массы подмаренника цепкого. Общая численность сорных растений в вариантах с применением Голтикса, КС и Голтизана 700 КС при трехкратном опрыскивании в норме расхода 1,5 л/га снижалась на 70,8–72,5% (при численности сорных растений в варианте без применения гербицидов 210,3 шт./м²), их вегетативная масса – на 74,6–78,8% (при массе сорных растений в варианте без применения гербицидов – 3158 г/ м²) (табл. 6).

Применение гербицидов Голтикс, КС (6,0 л/га) и Голтизан 700 КС (5,0 и 6,0 л/га) до всходов свеклы позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 329–349 ц/га свёклы (при урожайности в варианте без применения гербицидов 90 ц/га) и увеличить выход сахара на 52,1–57,5 ц/га (при расчётном выходе сахара в варианте без гербицидов 14,9 ц/га); при трехкратном опрыскивании гербицидами Голтикс, КС и Голтизан 700 КС в норме расхода 1,5 л/га после появления всходов свеклы – 370–382 и 61,9–62,7 ц/га, соответственно, (табл. 5).

Изучение эффективности Бриса, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) проводили в 2010–2011 и 2015 годах. Эталоны – Лонтрел гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) и Лонтрел 300, ВР (клопиралид, 300 г/л). В 2010 г. гербициды применяли 17 июня (в фазе 3–4-х пар настоящих листьев свеклы). В период обработки температура воздуха составляла +16..+18 °С; на 2-4, 6 и 9 дни после опрыскивания проходили дожди. Погодные условия были благоприятны для применения гербицидов. Необходимо отметить, что характерной особенностью июня 2010 г. явилось чрезмерно высокое выпадение осадков при повышенном температурном режиме. Средняя за месяц температура воздуха составила +16..+21 °С и была на 1–4 °С выше климатической нормы. Большую часть месяца фон среднесуточной температуры воздуха находился в пределах +16..+24 °С, лишь в середине первой декады, в период с 14 по 19 июня и 23 июня преобладал пониженный температурный режим (среднесуточная температура воздуха составляла +11..+15 °С); ночная температура составляла +10..+18 °С. Дожди в июне проходили часто и носили, в основном, ливневый характер. Частые дожди и переувлажнение почвы осложняли проведение химобработок и агротехнических мероприятий по уходу за посевами сельскохозяйственных культур.

Таблица 6 – Эффективность гербицидов почвенного действия на основе метамитрона в посевах сахарной свёклы (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Численность сорняков (в числителе), шт./м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю*							
	всех	марь белая	звездчатка средняя	в том числе				горец шероховатый
				пастушья сумка	падалица рапса	пикульник обыкновенный	подмаренник цепкий	
Контроль (без применения гербицидов)	199,5	118,5	Учет численности не проводился	25,5	18,5	13,0	16,0	4,0
	210,3	120,0		25,0	24,0	16,0	9,3	13,3
Голтикс, КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы – эталон 1	76,5	37,5		1,5	7,5	10,0	15,0	3,5
	61,7	68,4		94,1	59,5	23,1	улов.	12,5
Голтизан 700 КС (5,0 л/га) – до всходов свеклы	84,5	36,5		3,5	8,5	11,0	17,0	6,0
	57,6	69,2		86,3	54,1	15,4	увел.	увел.
Голтизан 700 КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы	70,5	27,5		2,5	5,5	13,0	19,5	1,0
	64,7	76,8		90,2	70,3	0	увел.	75,0
Голтикс, КС (1,5 л/га) – трехкратно – эталон 2	57,8	27,0		5,0	6,0	4,5	11,3	2,0
	72,5	77,5		80,0	75,0	71,9	увел.	85,0
Голтизан 700 КС (1,5 л/га) – трехкратно	61,5	29,5	3,5	8,0	4,0	13,5	1,5	
	70,8	75,4	86,0	66,7	75,0	увел.	88,7	

Вариант	Масса сорняков (в числителе), г/м ² и её снижение (в знаменателе), % к контролю**							
	всех	в том числе						
марь белая		звездчатка средняя	пастушья сумка	падалца рапса	пикульник обыкновенный	подмаренник цепкий	ярутка полевая	горец шероховатый
Контроль (без применения гербицидов)	<u>2159</u>	<u>102</u>	<u>116</u>	<u>552</u>	<u>111</u>	<u>75</u>	<u>37</u>	<u>16</u>
	3158	173	110	771	139	104	61	14
Голтикс, КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы – эталон 1	<u>743</u>	<u>45</u>	<u>8</u>	<u>174</u>	<u>78</u>	<u>73</u>	<u>27</u>	<u>9</u>
	65,6	55,9	93,1	68,8	22,7	уров.	27,0	43,8
Голтизан 700 КС (5,0 л/га) – до всходов свеклы	<u>884</u>	<u>39</u>	<u>20</u>	<u>223</u>	<u>60</u>	<u>151</u>	<u>53</u>	<u>18</u>
	59,1	61,8	82,8	59,6	45,9	увел.	увел.	увел.
Голтизан 700 КС (6,0 л/га) – до всходов свеклы	<u>749</u>	<u>36</u>	<u>11</u>	<u>197</u>	<u>109</u>	<u>112</u>	<u>19</u>	<u>11</u>
	65,3	64,7	90,5	64,3	1,8	увел.	48,6	31,3
Голтикс, КС (1,5 л/га) – трехкратно – эталон 2	<u>669</u>	<u>90</u>	<u>8</u>	<u>158</u>	<u>27</u>	<u>157</u>	<u>5</u>	<u>8</u>
	78,8	48,0	92,7	79,5	80,6	увел.	91,8	42,9
Голтизан 700 КС (1,5 л/га) – трехкратно	<u>803</u>	<u>74</u>	<u>16</u>	<u>153</u>	<u>38</u>	<u>203</u>	<u>4</u>	<u>6</u>
	74,6	57,2	85,5	67,2	72,7	увел.	93,4	57,1

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

Перед обработкой гербицидами в посевах сахарной свёклы произрастали осот желтый и осот розовый, их численность составляла 30,0 шт./м² и 4,5 шт./м², соответственно; кроме того, в посеве встречались единичные растения горца птичьего. Через месяц после обработки гибель осота желтого и осота розового в вариантах с применением гербицидов Лонтрел гранд, ВДГ и Брис, ВДГ в норме расхода 0,12 кг/га составила 98,0–100 %, вегетативная масса сорняков снижалась на 99,3–100 %. Применение гербицидов позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 200–222 ц/га и увеличить выход сахара на 26,1–28,9 ц/га (табл. 7).

Июнь 2011 г. характеризовался преобладанием теплой погоды. Средняя за месяц температура воздуха составила +17..+20 °С, что на 2–3 °С выше климатической нормы. Дневная температура составляла +20..+27 °С, 1–2 и 6–9 июня дневные максимумы достигали +30 °С. В первой декаде июня преобладала сухая погода. Дожди проходили во второй и третьей декадах и носили, как правило, кратковременный характер. Обработка гербицидами была проведена 9 июня (в фазе 2–4-х пар настоящих листьев свеклы). На 2–4, 8–9 дни после опрыскивания проходили дожди.

Таблица 7 – Эффективность гербицидов на основе клопиралаида в посевах сахарной свеклы (РУП «Институт защиты растений», 2010 г.)

Вариант	Численность (в числителе) и гибель сорных растений (в знаменателе) через месяц после обработки*			Масса (в числителе) и её снижение (в знаменателе) через месяц после обработки**			Урожайность, ц/га	Сахаристость корнеплодов, %	Расчетный выход сахара, ц/га
	всех	в том числе		всех	в том числе				
		осота желтого	осота розового		осота желтого	осота розового			
Контроль (без применения гербицидов)	40,7	34,7	6,0	3542	2975	567	488	15,82	77,2
Лонтрел гранд, ВДГ (0,12 кг/га) – эталон	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{0}{100}$	688	15,01	103,3
Брис, ВДГ (0,12 кг/га)	$\frac{0,7}{98,3}$	$\frac{0,7}{98,0}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{20}{99,4}$	$\frac{20}{99,3}$	$\frac{0}{100}$	710	14,95	106,1
НСР ₀₅							62		

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

При изучении эффективности гербицидов в 2011 г. перед опрыскиванием в посевах сахарной свёклы произрастали: горец вьюнковый (18,5 шт./м²), горец шероховатый (3,5 шт./м²), ромашка непахучая (2,0 шт./м²), горец птичий (1,0 шт./м²). Общая численность сорных растений составила 25,0 шт./м². Через месяц после обработки гибель горца вьюнкового в вариантах с применением гербицидов Лонтрел гранд, ВДГ и Брис, ВДГ в норме расхода 0,12 кг/га составила 95,5 %, ромашки непахучей – 90,0–100 %, горца шероховатого – 100 %; вегетативная масса сорных растений снижалась на 91,5–100 %. Применение гербицидов позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 64–68 ц/га и увеличить выход сахара на 10,4–11,6 ц/га (табл. 8).

Таблица 8 – Биологическая и хозяйственная эффективности гербицидов на основе клопиралида в посевах сахарной свёклы (ОАО «Гастелловское», Минская область и район, 2011 г.)

Вариант	Численность (в числителе) и гибель сорных растений (в знаменателе) через месяц после обработки*			Масса (в числителе) и её снижение (в знаменателе) через месяц после обработки**			Урожайность, ц/га	Сахаристость корнеплодов, %	Расчетный выход сахара, ц/га
	в том числе			в том числе					
	горец вьюнковый	горец шероховатый	ромашка непахучая	горец вьюнковый	горец шероховатый	ромашка непахучая			
Контроль (без применения гербицидов)	22,0	5,0	3,0	1657	433	215	454	15,54	70,6
Лонтрел гранд, ВДГ (0,12 кг/га) – эталон	<u>1,0</u> 95,5	<u>0</u> 100	<u>0,3</u> 90,0	<u>58</u> 96,5	<u>0</u> 100	<u>18</u> 91,5	518	15,64	81,0
Брис, ВДГ (0,12 кг/га)	<u>1,0</u> 95,5	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	<u>79</u> 95,2	<u>0</u> 100	<u>0</u> 100	522	15,74	82,2
НСР ₀₅							58		

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

Иная картина наблюдалась в 2015 г. В третьей декаде мая среднесуточная температура воздуха колебалась от +12° до +22°С, в отдельные дни воздух прогревался до +26..+27°С; ночные температуры составляли +7..+13°С. В среднем за декаду выпало 12,6 мм осадков. Июнь характеризовался преобладанием сухой и теплой погоды. Большую часть месяца среднесуточная температура воздуха находилась в пределах от +17° до +20°С, что на 1–5°С выше климатической нормы; в наиболее теплые дни 1, 4 и 10–12 июня температура достигала +24..+29°С. В ночные часы температура воздуха понижалась до +6..+9°С. В июне наблюдался значительный дефицит осадков. Такое малое количество осадков в июне было отмечено впервые за период с 1945 г. по 2015 г. Дожди отмечались редко, носили кратковременный характер и были, преимущественно, небольшие. Сложившиеся погодные условия способствовали более раннему появлению всходов сорных растений и опережающему их развитию по сравнению с культурными растениями, достижению наиболее чувствительной к гербицидам фазы развития раньше неустойчивой фазы развития свеклы, а также формированию воскового налета у сорных растений. В результате, к моменту обработки (1 июня – в фазе 2–4-х пар настоящих листьев свеклы) отдельные растения сорняков переросли и были менее чувствительны к гербицидам. На 10–12 дни после опрыскивания наблюдались небольшие осадки (0,2–6,8 мм).

Перед обработкой гербицидами в посевах сахарной свёклы произрастали: осот желтый (39,0 шт./м²), осот розовый (9,0 шт./м²) и горец вьюнковый (1,0 шт./м²). Общая численность сорных растений составила 49,0 шт./м². Через месяц после обработки в варианте с применением гербицида Брис, ВДГ в норме расхода 0,12 кг/га и в эталоне (Лонтрел 300, ВР в норме расхода 0,3 л/га) биологическая эффективность по снижению численности видов осота и горца вьюнкового не превышала 70,8–78,6%, по снижению их вегетативной массы – 81,3–93,8%. При увеличении нормы расхода в изучаемом варианте (до 0,2 кг/га) и в эталоне (до 0,5 л/га) эффективность повышалась: гибель осота желтого и горца вьюнкового составила 95,5–100%, осота розового – 79,2–87,5%; вегетативная масса сорных растений снижалась на 86,7–100%. Согласно полученным данным, применение гербицидов Брис, ВДГ и Лонтрел 300, ВР в фазу 2–4 пар настоящих листьев свеклы позволило сохранить урожай корнеплодов и, тем самым, дополнительно получить 275–376 ц/га (при урожайности в варианте без применения гербицидов 336 ц/га) и увеличить выход сахара на 48,3–71,5 ц/га (при расчётном выходе сахара в варианте без применения гербицидов 52,7 ц/га) (табл. 9).

Таблица 9 – Эффективность гербицидов на основе клопиралида при разных нормах расхода в посевах сахарной свеклы (РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Численность (в числителе) и гибель сорных растений (в знаменателе) через месяц после обработки*			Масса (в числителе) и её снижение (в знаменателе) через месяц после обработки**			Урожайность, Ц/га	Сахаристость корне-плодов, %	Расчетный выход сахара, Ц/га
	в том числе			в том числе					
	осот желтый	осот розовый	горец вьюнко-вый	осот желтый	осот розовый	горец вьюнко-вый			
Контроль (без применения гербицидов)	56,0	12,0	4,0	897	252	16	336	15,70	52,7
Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га) – эталон 1	<u>13,0</u> 76,8	<u>3,0</u> 75,0	<u>1,0</u> 75,0	<u>125,0</u> 86,1	<u>41,0</u> 83,7	<u>1,0</u> 93,8	611	16,55	101,0
Лонтрел 300, ВР (0,5 л/га) – эталон 2	<u>2,5</u> 95,5	<u>1,5</u> 87,5	<u>0</u> 100	<u>28,0</u> 96,9	<u>16</u> 93,7	<u>0</u> 100	692	17,90	123,7
Брис, ВДГ (0,12 кг/га)	<u>12,0</u> 78,6	<u>3,5</u> 70,8	<u>1,0</u> 75,0	<u>112,0</u> 87,5	<u>47,0</u> 81,3	<u>3,0</u> 81,3	625	16,45	102,7
Брис, ВДГ (0,2 кг/га)	<u>1,0</u> 98,2	<u>2,5</u> 79,2	<u>0</u> 100	<u>7,0</u> 99,2	<u>33,0</u> 86,7	<u>0</u> 100	712	17,45	124,2
НСР ₀₅							58		

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

Заключение. Таким образом, гербицидная активность любого препарата зависит от многих факторов, и очень редко эффективность обработки определяется каким-нибудь одним. Эффективность гербицидов бетанальной группы при оптимальном температурном режиме (+16..+24°С) и достатке влаги достигает 91–94 %. При похолодании или высоких температурах, обильных осадках или низкой влажности почвы и воздуха эффективность гербицидов существенно снижается вследствие изменения видового состава и динамики роста сорных растений. В наших исследованиях гибель сорных растений при трехкратном опрыскивании гербицидами в фазу семядольных листьев сорных растений составляла 76–78%, при двукратном в фазу 2–4-х листьев сорняков – 70–72% и при однократном в фазу 4-х листьев свеклы – 59–61 %.

На эффективность гербицидов почвенного действия (в частности, на основе метамитрона) погодные условия оказывают также существенное влияние: при применении гербицидов до всходов свеклы

в условиях колебания температур, низких ночных температурах и недостаточной увлажненности почвы биологическая эффективность по снижению численности сорных растений не превышает 65 %, в то время как при применении в оптимальных условиях достигает 74 %; по снижению вегетативной массы сорняков – 59–66 и 83–86 %, соответственно. Аналогичная ситуация наблюдается и при проведении обработок после появления всходов свеклы.

При использовании гербицидов на основе клопиралида оптимальные результаты получены при среднесуточной температуре воздуха +16..+20°С, достаточной влажности почвы и выпадении осадков, а также при применении гербицидов в чувствительные фазы развития сорняков: эффективность по снижению численности и вегетативной массы чувствительных к данной группе гербицидов сорных растений снижается на 90–100 %. В условиях колебания дневных и ночных температур, высоких и низких температурах, дефиците осадков эффективность гербицидов данной группы снижается, особенно при использовании минимальных норм расхода. Снижению эффективности в таких условиях способствует также опережающий рост сорняков по сравнению с культурными растениями, гибель сорных растений не превышает 71–79 % при снижении вегетативной массы 81–94 %.

Грамотное использование современных гербицидов в рамках соблюдения экологических и гигиенических требований, в зависимости от засоренности конкретного поля и погодных условий, являются большим резервом для повышения урожайности и эффективности работ при возделывании сахарной свеклы.

Список литературы

1. Влияние погодных условий и антропогенных факторов на эффективность гербицидов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2014/766/1253>. – Дата доступа: 30.06.2016.
2. Особенности применения гербицидов на посевах сахарной свеклы [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://agld.ru/index.php/rekomendacii/item/8-zashchita-sakharnoj-svekly-ot-sornoj-rastitelnosti/8-zashchita-sakharnoj-svekly-ot-sornoj-rastitelnosti>. – Дата доступа: 30.06.2016.
3. Факторы влияния на эффективность применения гербицидов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://pesticidov.net/ru/articles/dobruva/5308/>. – Дата доступа: 30.06.2016.
4. Дворянkin, Е.А. Изменение климата в ЦЧР и эффективность применения классических схем гербицидов / Е.А. Дворянkin, А.Е. Дворянkin, А.А. Решетников // Сахарная свекла. – 2007. – №2. – С. 23-27.
5. Гулидов, А.М. Погодные условия и эффективность послевсходовых гербицидов / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений. – 2000. – №5. – С. 21-24.
6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост. С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская / Несвиж, 2007. – 58 с.

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

H.I. Hajyieva

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

FACTORS INFLUENCING THE HERBICIDES EFFICIENCY IN SUGAR BEET CROPS

Annotation. Based on the example of Betanal group herbicides (desmedipham 71 g/l+phenmedipham 91 g/l + ethofumesate 112 g/l) soil herbicides based on metamitron and clopyralid –based herbicides the influence of different factors on the efficiency of their application in sugar beet crops is shown. It is determined that the betanal group efficiency under optimum temperature regime and sufficient moisture makes 91–94 %, during cooling and high temperatures, abundant rainfall or low soil moisture and air humidity the efficiency is essentially decreased. By soil herbicides application under conditions of temperatures fluctuations, low night temperatures and insufficient soil moisture the biological efficiency in weed plants decrease does not increase 65 % while at optimum conditions application it makes 74 %. By clopyralid-based herbicides application the optimum results are obtained at average daily temperature +16.. 20 °C, sufficient moisture content and rainfall and also by herbicides application at sensitive stages of weeds development/

Key words: sugar beet, weeds, weather conditions, herbicides, efficiency.

П.С. Заяц, А.М. Малиенко

Национальный научный центр «Институт земледелия НААН Украины», Киевская обл., Киево-Святошинский р-н, пгт. Чабаны

ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СОИ ОТНОСИТЕЛЬНО СОРНЯКОВ В ЗВЕНЕ ЗЕРНО-ПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

*Рецензенты: канд. с.-х. наук Корпанов Р.В.
канд. с.-х. наук Красюк Л.М.*

Аннотация. В статье представлены результаты изучения эффективности сроков и норм внесения гербицида Пикадор, РК (имазетапир, 100 г/л) на фоне разных способов основной обработки почвы в посевах сои. Установлено, что наибольшая биологическая эффективность (83 %) была достигнута при довсходовом внесении препарата Пикадор, РК (1,0 л/га) на фоне вспашки. Тем не менее, максимальная урожайность культуры (1,9 т/га) была получена на фоне безотвального рыхления по сравнению с фоном вспашки в связи с лучшими агрофизическими показателями слоения верхнего слоя (10 см).

Ключевые слова: соя, гербициды, сорняки, обработка почвы, урожайность.

Введение. В последние десятилетия в мире наблюдается рост потребности в растительных белках. В связи с этим площади посевов сои – основной культуры, которая обеспечивает удовлетворение этой потребности расширяются. С 2005 г. по 2015 г. площадь посевов сои в Украине возросла с 0,42 до 2,02 млн га. Тем не менее урожайность находится на низком уровне, поскольку ее посевы весьма сильно подавляются сорняками, через низкую конкурентоспособность за свет, влагу, питательные вещества и т. п. Потери урожая сои при низком уровне присутствия сорняков составляют 15–40 %, при сильной засоренности достигают 89–100 %. Поэтому интегрированная борьба с сорняками имеет первоочередное значение для успешного выращивания сои. Исследования свидетельствуют, что критическим периодом для контроля сорняков в посевах сои является фаза 1–3 настоящих листьев культуры, что и определяет необходимость контролирование сорняков в этот период. Следует отметить, что вредоносность сорняков зависит от потенциальной засоренности их видового состава, условий влагообеспеченности [1–3].

Целью исследований является определение наиболее эффективных способов борьбы с сорняками в звене зерно-пропашного севооборота, оценка состояния засоренности в посевах сои в зависимости от способа основной обработки почвы и сроков и норм внесения гербицида.

Методика исследований. Полевой опыт заложен в ННЦ «Институт земледелия НААН» в 2014–2015 гг, что в северной части Лесостепи Украины на серой лесной легкосуглинистой почвой с содержанием гумуса в пахотном слое 1,19%, P_2O_5 – 7,9 и K_2O – 8,3 мг на 100 г грунта, pH_{KCl} – 5,5.

Климат в зоне исследований умеренно континентальный со среднегодовым количеством осадков около 646 мм, среднемесячной температурой на протяжении вегетационного периода сои в пределах 15,2–18,6 °С. В годы проведения полевых опытов вегетационный период отличался повышенными (на 0,9 и 4,0 °С) температурами и дефицитом осадков сравнительно с многолетней нормой, их было меньше на 7,2 и 63,2 мм соответственно в 2014 г. и 2015 г.

Технология выращивания общепринятая для Лесостепной зоны Украины. Схема опыта в качестве основной обработки предусматривала вспашку и безотвальную обработку на одинаковую глубину 20–22 см и вариантов довсходово и послевсходового внесения гербицида Пикадор, РК в дозе 0,75 и 1,0 л/га (табл. 1).

Довсходово гербицид вносили после посева сои, а послевсходово применяли в фазе 1–3 тройчатых листа культуры. Площадь учетного участка составляла 1 м² в 4-кратной повторности.

Результаты исследований. Фитотоксическое действие норм и сроков внесения гербицида на сорняки зависит от их стадии развития и видового состава.

В проведенных опытах на фоне высокой степени засоренности (по вспашке – 145 шт/м², безотвальной обработке почвы – 186 шт/м²) доминировали однолетние злаковые сорняки. В структуре засоренности преобладали: *Echinochloa crus-galli* L. – 47,5%, *Setaria glauca* L. – 25%, *Raphanus raphanistrum* L. – 14,2%, *Chenopodium album* L. – 9,7% и *Amaranthus retroflexus* L. – 2,3%. Присутствие многолетних сорняков в посевах сои *Cirsium arvense* L., *Agropyronrepens* L., сравнительно с однолетними, было незначительным. Следовательно, наиболее проблемными по уровню засоренности посевов, влиянию на формирование урожайности культуры, оказались однолетние злаковые виды сорняков.

Основная обработка почвы незначительно влияла на видовой состав сорняков, так рост однолетних злаковых и многолетних двудольных в фитоценозе был отмечен на фоне безотвальной обработки. В результате концентрации семян

сорняков и распределения в верхнем (0–10 см) слое почвы количество их всходов при безотвальной обработке была на уровне 220 шт/м², а по вспашке –148 шт/м² (табл. 1).

Для определения вредоносности сорняков в посевах сои, рядом с показателями биологической эффективности, определена исходная степень засоренности, остаточное количество сорняков и их биомасса. Опытом установлено, что высокая степень засоренности сои в течение вегетационного периода сохранялась во всех вариантах внесения гербицида на фоне безотвальной обработки почвы. Поэтому на таком фоне целесообразно использовать довсходовое внесение Пикадора, РК (1,0 л/га) при этом количество сорняков в посевах сои снижается до 80 %.

При выборе срока внесения гербицида, учитывая сложный тип засоренности, длительность появления всходов представленных видов сорняков и разное состояние их развития и пытаясь достичь повышения почвенного и контактного действия препарата, гербицид Пикадор, РК применяли довсходово и послевсходово в дозах 0,75–1,0 л/га.

Следует отметить, что существенный рост биологической эффективности гербицида наблюдался при внесении довсходово гербицида по обоим фонах способов основной обработки почвы. Наибольшую эффективность вспашки обеспечивало довсходовое внесение гербицида Пикадор, РК (1,0 л/га) – 83 %, а при безотвальной – 80 %. Максимальная рекомендованная доза Пикадора, РК в посевах сои, внесенная в фазе 1–3 настоящих листьев, уступала по показателю технической эффективности довсходовому сроку внесения, соответственно – 70 и 78 %.

Таблица 1 – Влияние способа основной обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов сои (2014–2015 гг.)

Варианты	Срок внесения	Доза, л/га	Засоренность, шт/м ²		Эффективность, %	
			вспашка	безотвальная	вспашка	безотвальная
Контроль (без гербицида)	–	–	148	220	0	0
Контроль (без сорняков)	–	–	–	–	100	100
Пикадор, РК	до всходов	0,75	61	53	58,5	76,0
		1,0	25	44	83,0	80,0
	после всходов	0,75	52	66	65,0	70,0
		1,0	45	49	70,0	78,0

Основные закономерности относительно фитотоксичного действия гербицида на сорняки проявились как на фоне вспашки, так и безотвальной обработки. Однако покрытие поля растительными остатками на безотвальном способе основной обработки почвы не ослабляло фитотоксическое почвенное действие гербицида. Оно было выше, от зафиксированной на фоне вспашки до 22,8%.

Депрессивное действие сорняков на рост и развитие сои проявляется по интенсивности нарастания вегетативной массы, снижение которой может свидетельствовать об ухудшении усвоения ресурсов влаги и основных элементов питания.

Гербициды оказались эффективным средством снижения биомассы сорняков и следовательно и повышением урожайности сои. Если в контроле воздушно-сухая масса сорняков на фоне вспашки (652 г/м²), безотвальной обработки почвы (670 г/м²), то на вариантах с применением гербицида этот показатель снижался до уровня 23%.

Формирование урожая сои подчинялось корреляционной связи с характером и степенью засоренности. В зависимости от эффективности гербицида, степени засоренности урожайность колебалась от 0,6 до 2,25 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость урожайности зерна сои от способа основной обработки почвы и гербицидов, т/га (2014–2015 гг.)

Варианты	Срок внесения	Доза, л/га	Урожайность		Потери урожая от сорняков, т/га	
			В	Б	В	Б
Контроль (без сорняков)	–	–	2,0	2,25	–	–
Контроль (без гербицида)	–	–	0,6	0,8	1,4	1,45
Пикадор, РК	до всходов	0,75	1,3	1,7	0,7	0,55
		1,0	1,6	1,9	0,4	0,35
	после всходов	0,75	1,0	1,2	1,0	1,05
		1,0	1,2	1,3	0,8	0,95
			2014 г.		2015 г.	
НСР ₀₅	для обработки почвы		0,18		0,20	
	для срока внесения гербицида		0,32		0,29	

Примечание. В – вспашка, Б – безотвальная

При такой засоренности посевов сои потери урожая зерна были высокими и достигали 1,4–1,45 т/га.

К минимуму сводились потери зерна сои (0,35–0,4 т/га) при применении Пикадора, РК в норме 1,0 л/га до всходов на обоих фонах способов основной обработки почвы.

Выводы. Таким образом, наиболее эффективным приемом контроля сорняков в агроценозе сои явилось внесение препарата Пикадор, РК до всходов культуры в норме 1,0 л/га. В этом случае была достигнута наибольшая биологическая эффективность препарата – 80–83%, при этом наивысшая урожайность (1,9 т/га) получена при безотвальной обработке почвы.

Список литературы

1. Бабич, А.О. Сучасне виробництво і використання сої /А.О. Бабич // Монографія – К.: Урожай, 1993. – 432 с.
2. Петриченко В.Ф. Особливості формування продуктивності сої залежно від гідротермічних ресурсів та вплив уагротехнічних заходів /В. Ф. Петриченко, Л.М. Середа // Зб. наукових праць ВДАУ. – Вінниця, 2000. – Вип. 8, Т.1. – С. 53–57.
3. Сторчоус, І.М. Поразка бур'янів на соєвому полі / І.М. Сторчоус // Агробізнес сьогодні. – К.: 2012. – № 12. – С. 42–47.

P.S. Zayats

*National Scientific Center «Institute of Agriculture NAAS of Ukraine»,
Kiyivska obl., Kievo-Svyatoshinskiy r-n, smt. Chaban*

COMPETITIVE ABILITY FORMATION OF SOYBEAN TO RELATIVELY WEEDS IN CROP ROTATION IN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Annotation. The article presents the results of studying the effectiveness of the terms and doses application herbicide Picador, PK (imazethapyr, 100 g/l) on a background the different methods of basic till of soil in crops of soybeans. It was found that the maximum technical efficiency (83%) was achieved with the introduction of pre-emergence application of preparation Picador, PK (1.0 l/ha) due to plowing. However, the maximum crop yield (1.9 t/ha) was obtained against a background of subsurface tillage compared with plowing background due agrophysical best rates of addition of the upper layer 10 cm.

Keywords: soybean, herbicides, weeds, tillage, crop yield.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ГЕРБИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ В БЕЛАРУСИ

Рецензент: канд. биол. наук Ильюк О.В.

Аннотация. В статье представлены результаты изучения эффективности применения комбинированных гербицидов в посевах кукурузы в Республике Беларусь. На основании проведенных исследований установлено, что довсходовое внесение препаратов, содержащих два и более действующих веществ, является эффективным против однолетних двудольных и злаковых сорных растений, гибель которых при достаточной влажности почвы составила 95–100 %. Применение комбинированных гербицидов и их баковых смесей в послевсходовый период эффективно против однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков, общая засоренность при использовании данных препаратов в зависимости от степени засоренности участка и видового состава сорных растений снижалась на 90–98 %.

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

Введение. Борьба с сорняками на современном этапе стала одной из главных проблем в защите растений, без успешного решения которой земледельцу бессмысленно проводить все остальные мероприятия, направленные на повышение плодородия почвы и продуктивности растениеводства [1]. По нашим данным, в посевах кукурузы чистых от сорняков с фазы развития культуры 2–3 листа снижение урожая зерна составляло 4,4–7,3 ц/га, с фазы 3–4 листьев – 9,6–22,8 ц/га. В посевах засоренных весь период вегетации была получена минимальная урожайность – 5,4–10,4 ц/га, в посевах свободных от сорных растений весь период вегетации урожайность кукурузы составила 68,4–96,1 ц/га [2].

Главная задача регулирующего антропогенного воздействия при этом состоит не в полном уничтожении сорных растений, а в снижении их вредоносности на основе оптимизации структуры агрофитоценоза. Сорные растения в оптимизированном агрофитоценозе не исключаются, а совершенствование системы обработки почвы направлено на поддержание их численности на уровне ниже порога вредоносности. Совершенно необходимым при этом является регулярное получение информации о видовом составе ценоза

сорняков и степени засоренности посевов на каждом конкретном поле, которая позволяет дифференцированно подходить к выбору мероприятий по борьбе с сорняками. Для этого проводятся ежегодные систематические обследования полей на засоренность, оценка потенциального уровня засорения почвы семенами сорных растений, оперативный контроль за прорастанием всходов. Составленный на основе этой информации план мероприятий при всем позитивном отношении к агротехническим и биологическим способам борьбы не может обойтись без химического метода, хотя и с оговоркой, что с позиции экономики и экологии гербициды следует применять тогда, когда возможности других приемов исчерпаны [3].

Химический метод защиты посевов культурных растений от сорняков на данном этапе развития растениеводства является приоритетным направлением с позиции гарантированного сохранения урожая. Именно этим обусловлен постоянный поиск гербицидов и замена традиционных средств на современные препараты, обладающие повышенной селективностью и хозяйственной эффективностью, а также низкой токсикологической нагрузкой на объекты окружающей среды. В этом отношении перспективным является применение более эффективных и менее опасных комплексных гербицидов, содержащих в своем составе 2–3 действующих вещества с различным механизмом действия [4].

Целью исследований было изучение эффективности комбинированных гербицидов при внесении до всходов или в фазе 2–6 листьев культуры в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми и двудольными сорными растениями.

Материалы и методы исследований. Маршрутные обследования посевов кукурузы проводились до (2006–2008 гг.) и после проведения защитных мероприятий (1996–2015 гг.). В основе исследований лежала методика, предложенная Л. М. Державиным [5]. Маршрут намечался с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенные разности республики. История полей, их агротехнические характеристики, перечень мероприятий по уходу за посевами устанавливались исходя из имеющейся в хозяйствах документации. Видовой состав сорной растительности определялся по А. В. Фисюнову (1984), Н.И. Протасову, К.П. Паденову, П.М. Шерсневу [6, 7]. При проведении анализа структуры засоренности использовался отраслевой классификатор сорных растений [8].

Исследования по изучению эффективности гербицидов проводились в соответствии с «Методическими указаниями...» [9]. В мелкодележных опытах гербициды применяли методом

сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto» с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. До внесения гербицидов проводили количественные учеты засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений в посевах кукурузы. В период применения препаратов фаза развития малолетних двудольных сорняков 2–4 настоящих листа, однолетних злаковых – кущение, высота пырея ползучего – 10–15 см. Количественно-весовые учеты засоренности проводили через 30 и 60 дней после внесения гербицидов. За ростом и развитием растений проводились фенологические наблюдения. Данные обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. Сложность борьбы с сорняками заключается в том, что они обладают высокой пластичностью к изменению среды их обитания. В частности, их видовой и количественный ценоз будет меняться не только от технологии выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры, но и от особенностей климатических и погодных условий вегетационных сезонов. Так, потепление климата, которое наблюдается в последние 15 лет, способствует миграции в северные районы республики теплолюбивых сорняков (проса куриного, щетинника сизого и щетинника зеленого, щирицы запрокинутой, паслена черного и др.).

Среди сорняков, произрастающих в посевах кукурузы до проведения защитных мероприятий в Беларуси, доминируют марь белая, просо куриное, пырей ползучий, виды горца и др. Более 80% обследованных полей засорены марью белой и горцем вьюнковым, более половины – просом куриным, пыреем ползучим, фиалкой полевой. На третьей части полей встречаются ромашка непахучая, звездчатка средняя, пастушья сумка, осот полевой, щирица запрокинутая, дрема белая и др. Численность сорных растений (2006 г. – 554,1 шт/м², 2007 г. – 306,7 шт/м², 2008 г. – 171,5 шт/м²) значительно превышает порог вредоносности.

В последние три года засоренность посевов кукурузы после проведения защитных мероприятий колеблется на одном уровне 34–36 шт/м². В посевах преобладают однолетние сорняки, доминируют просо куриное и марь белая. Численность пырея ползучего и видов осота ниже пороговой (табл. 1).

В годы обследований наблюдалась высокая встречаемость в посевах кукурузы проса куриного, мари белой и горца вьюнкового. На 40% полей встречаются дрема белая и фиалка полевая, на трети обследованных посевов пырей ползучий. В последние три года повысилась встречаемость паслена черного и осота полевого (19,8–23,6%) (табл. 2).

Таблица 1 – Засоренность посевов кукурузы после проведения защитных мероприятий в хозяйствах республики (маршрутные обследования)

Вид сорного растения	Количество сорняков в годы обследований, шт/м ²					
	1996–2003	2004–2011	2012	2013	2014	2015
Просо куриное	25,4	10,0	6,5	8,4	4,9	7,9
Пырей ползучий	31,8	9,2	8,5	1,9	3,2	1,1
Марь белая	15,3	5,2	8,6	5,3	4,5	7,3
Виды горца	6,0	5,1	3,6	3,7	2,8	3,3
Фиалка полевая	3,5	5,2	3,0	1,6	2,9	1,9
Виды осота	2,4	2,1	1,9	0,7	1,6	1,3
Виды ромашки	1,8	1,3	0,5	0,1	0,3	0,3
Всех сорняков	111,7	54,5	46,2	34,2	34,8	36,7
Порог вредоносности двудольных сорняков: 3–10 шт/м ²						
Порог вредоносности пырея ползучего: 15,5–28,0 стеблей/м ²						
Порог вредоносности проса куриного: 8,2–16,6 шт/м ²						

Таблица 2 – Встречаемость сорных растений в посевах кукурузы после проведения защитных мероприятий (маршрутные обследования)

Вид сорного растения	Встречаемость сорных растений по годам, %			Среднее
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
Просо куриное (<i>Echinochloa crus galli</i> (L.) Beauv)	68,0	64,3	73,8	68,7
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> (L.))	58,0	54,8	78,7	63,8
Горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	56,0	50,0	57,4	54,5
Дрема белая (<i>Melandrium album</i> (Mil.))	46,0	42,9	44,3	44,4
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	34,0	52,4	34,4	40,3
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	30,0	28,6	27,9	28,8
Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i> L.)	16,0	28,6	26,2	23,6
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	20,0	21,4	18,0	19,8
Щетинник зеленый (<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv)	12,0	16,7	18,0	15,6

Для подавления такого видового состава сорняков, включающего как злаковые, так и двудольные сорные растения, и повышения биологической и хозяйственной эффективности целесообразно применение многокомпонентных гербицидных препаратов. Эффективные нормы таких премиксов, как правило, ниже суммарных норм применения исходных компонентов, а спектр действия на сорняки шире. По данным областных инспекций по семеноводству, карантину и защите растений внесение комбинированных гербицидов, содержащих в своем составе 2–3 действующих вещества, в 2014 г. составило 77 % от общего количества всех применяемых гербицидов.

При отсутствии в сорном компоненте агрофитоценоза многолетних сорняков и наличии большого количества однолетних злаковых и двудольных целесообразно довсходовое и раннепослевсходовое (в фазе 2–3 листьев культуры) внесение одного из комбинированных препаратов: аденго, КС (0,3–0,4 л/га), примэкстра голд TZ, СЭ (3–4 л/га), экстракорн, СЭ (3–4 л/га), люмакс, СЭ (3–4 л/га), гербисан, СЭ (3–4 л/га), сулкотрек, КС (1,8–2 л/га). По нашим данным, биологическая эффективность данных гербицидов против однолетних сорняков при достаточной влажности почвы составляла 95–100 %. При раннепослевсходовом применении этих препаратов в высшей норме внесения они оказывали заметное угнетающее действие на многолетний двудольный сорняк осот полевой (гибель 60–90 %), а гербицид аденго, КС подавлял пырей ползучий.

Иногда по каким-то причинам довсходовую обработку провести не удается, но численность сорняков нарастает, превышая порог вредоносности. Есть гербициды, которые можно применять по вегетирующей культуре – в фазе 2–6 листьев кукурузы как против однолетних, так и против многолетних сорняков: майстер пауэр, МД (1–1,5 л/га), элюмис, МД (1,25–1,5 л/га), сатурн дуо, МД (1,25–1,5 л/га), дублон супер, ВДГ (0,3–0,5 кг/га + 0,2 л/га ПАВ Адю Ж), титус плюс, ВДГ (310–385 г/га + 0,2 л/га ПАВ Тренд 90), санкор, ВДГ (0,3–0,5 кг/га) и др. Общая засоренность при использовании данных препаратов в зависимости от видового состава сорных растений снижалась на 90–98 %, вегетативная масса стеблей пырея ползучего уменьшалась на 93–99 %. Гербициды эффективно действовали на многолетние двудольные сорняки. Эффективность майстер Пауэр, МД против осота полевого составляла 98 %, бодяка полевого – 100 %, мяты полевой – 80 %,

чистеца болотного – 100 %. При применении гербицидов элюмис, МД и сатурн дуо, МД гибель осота полевого составляла 96–97 %, мята полевая и чистец болотный погибали полностью (табл. 3). Титус плюс, ВДГ снижал вегетативную массу осота полевого на 63–100 %, чистеца болотного – на 67–100 %, мяты полевой – на 90–92 %, бодяка полевого – на 93–97 %. Полностью погибали на гербицидном фоне бодяк полевой и дрема белая при внесении в высшей норме гербицида санкор, ВДГ. Дублон супер, ВДГ уничтожал осот полевой на 94–100 %, мяту полевую – на 100 %.

В случае преобладания среди сорного сообщества в посевах кукурузы двудольных сорняков можно применять гербициды на основе двух действующих веществ 2,4-Д + флорасулам: прима, СЭ (0,4–0,6 л/га), балерина, СЭ (0,3–0,5 л/га), метеор, СЭ (0,4–0,6 л/га), примадонна, СЭ (0,6–0,8 л/га) и 2,4-Д + дикамба: диален супер, ВР (1–1,5 л/га), элант премиум, ВР (0,7–0,8 л/га), дикопур топ, ВР (1–1,5 л/га), диамакс, ВР (1–1,5 л/га), дикасорн, ВР (1–1,5 л/га), биолан супер (0,75–1,15 л/га), которые фитотоксичны для однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков. По результатам наших многолетних исследований установлено, что уровень биологической эффективности против однолетних двудольных сорняков находился в пределах от 87 до 98 %. Однако все препараты, снижая общую численность двудольных, были неодинаково токсичны к разным видам сорных растений. Например, гибель мари белой, ромашки непахучей, звездчатки средней, подмаренника цепкого, галинсоги мелкоцветной и видов горца чаще всего находилась на уровне 93–100 %, тогда как фиалка полевая и хвощ полевой были устойчивы к большинству испытанных гербицидов. Вегетативная масса многолетних двудольных сорняков осота полевого и чистеца болотного снижалась в основном на 60–80 % и более. Все препараты на основе 2,4-Д применяются в посевах кукурузы не позже 5 листьев культуры. Более позднее их внесение приводит к образованию, так называемых, пиков, когда кукурузные листья заостряются и закручиваются вокруг стебля, происходит искривление и вздутие воздушных корней, а также повреждение початков. Поэтому в реестр вводятся новые гербициды, не содержащие в своем составе 2,4-Д. Один из таких препаратов – зеагран 350, СЭ (тербутилазин, 250 г/л + бромоксинил, 100 г/л), который применяется в фазе 2–5 листьев кукурузы в норме 1,5–2 л/га. Эффективность его применения против двудольных сорняков составила 94–99 %.

Таблица 3 – Влияние послевсходового внесения гербицидов в посевах кукурузы на снижение вегетативной массы сорных растений через месяц после обработки (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Снижение массы сорняков, % к контролю без прополки						
	марь белая	просо куриное	пырей ползучий	осот полевой	ромашка непечукая	горец вьюнковый	всех сорняков
Контроль без прополки	1782,0	185,0	182,0	979,0	248,0	82,0	4784,0
Сатурн дуо, МД – 1,25 л/га	100	100	93,4	97,3	100	76,8	98,2
Элюмис, МД – 1,25 л/га	100	100	97,8	96,2	100	78,0	98,4
МайсТер Пауэр, МД – 1,25 л/га	100	100	97,3	98,3	100	100	99,5

Примечание. В контроле без прополки – масса сорняков, г/м²

Необходимо отметить, что все вышеперечисленные гербициды высокоэффективны против широкого спектра двудольных сорных растений, однако не действуют на злаковые сорняки. Приемом, повышающим эффективность защиты кукурузы от сорных растений, является внесение баковых смесей гербицидов. Гербициды на основе действующих веществ римсульфурон (титус, 25% с.т.с.; кассиус, ВРП; маис, СТС; майтус, в.г.; сатир, ВДГ; гримс, ВДГ; эскудо, ВДГ) и никоссульфурон (милагро экстра, МД; дублон, СК; сатурн, МД; инновейт, КС; никостар 40 КС и др.) эффективно уничтожают злаковые сорняки, однако не действуют на переросшую (4–6 настоящих листьев) марь белую. Баковые смеси балерина + дублон; метеор + сатурн; примадонна + кассиус; прима + титус; зеагран + инновейт решают проблему как с двудольными, так и злаковыми сорными растениями. В целях охраны окружающей среды и оздоровления фитосанитарной ситуации в поле нормы расхода гербицидов в баковой смеси следует дифференцировать в зависимости от видового состава распространенных в конкретном посеве сорняков. 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.

Четвертая часть кукурузных полей республики пропалывается комбинированными гербицидами на основе двух действующих веществ римсульфурон + тифенсульфурон-метил (базис, 75% в.р.г.; коррсан, ВРГ; таран, ВДГ; риф макс, ВРГ; эклат, в.г.; сатир плюс,

ВДГ; реванш, ВДГ и др.). Повсеместное применение этих препаратов обусловлено широким спектром действия на сорные растения, небольшим риском отрицательного действия на чувствительные культуры севооборота и относительно невысокой ценой. Данные гербициды применяются с обязательным добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые усиливают смачивание надземных частей сорняков и прилипание к ним рабочего раствора препарата, способствуя тем самым более быстрому проникновению действующих веществ гербицида в сорное растение. Кроме этого, ПАВ обеспечивает более стабильный эффект от применения гербицидов при неблагоприятных погодных-климатических условиях, вызывающих стресс у культурных растений (например, засуха). Одним из недостатков этой группы препаратов является слабое действие на переросшую (4–6 настоящих листьев) мари белую, которая является одним из доминирующих сорняков в посевах кукурузы, поэтому их применяют преимущественно в баковых смесях с гербицидами, активными против мари белой.

Таким образом, использование того или иного гербицида зависит от степени засоренности полей и видового состава сорной растительности. При наличии необходимых сведений чаще всего при возделывании кукурузы бывает достаточно одной химической прополки. Но если после проведения довсходовой обработки численность сорняков превышает пороги вредности, необходимо проведение повторной обработки одним из рекомендованных по вегетирующей культуре гербицидов.

Список литературы

1. Корнева, О.Г. Гербициды для защиты кукурузы от сорной растительности в дельте Волги / О.Г. Корнева, Ш.Б. Байрамбеков, Б.С. Даулетов // Защита и карантин растений. – 2014. – № 4. С. 17–19.
2. Сташкевич, А.В. Критический период вредности сорняков в посевах кукурузы на зерно / А.В. Сташкевич, С.А. Колесник, С.В. Сорока // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 27–30.
3. Захаренко, В.А. Краткие сведения о сорных растениях / В.А. Захаренко, А.В. Захаренко // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2004. – № 4. С. 63–69.
4. Спиридонов, Ю.Я. Технология эффективного применения комбинированных гербицидов в посевах озимой пшеницы / Ю.Я. Спиридонов // Земледелие и защита растений. – 2012. – № 5. С. 44–50.
5. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.
6. Фисюнов, А.В. Сорные растения: Альбом-определитель / А.В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

7. Протасов, Н.И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н.И. Протасов, К.П. Паденов, П.М. Шершнеv. – Минск: Урожай, 1987. – 272 с.: ил.

8. Отраслевой классификатор сорных растений / Л.М. Державин [и др]. М., ЦИНАО, 1984.– 76 с.

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

S.A. Kolesnik, A.V. Stashkevich, L.I. Soroka

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

COMBINED HERBICIDES FOR CORN CROPS PROTECTION IN BELARUS

Annotation: In the article the results of combined herbicides application in corn crops in the Republic of Belarus are presented. Based on done researches it is determined that pre-emergent application of preparations containing two and more active ingredients is effective against annual dicotyledonous and grass weeds the death of which at sufficient soil moisture makes 95–100%. The application of combined herbicides and their tank mixtures during post-emergent period is effective against annual and perennial grass and dicotyledonous weeds, total weed infestation by these preparations use depending on the degree of plot weed infestation and specific weed composition decreased for 90–98%.

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

Р.В. Корпанов, С.В. Сорока, Л.И. Сорока

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОСЛЕВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ И ИХ СМЕСЕЙ В ПОСЕВАХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

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

Аннотация. В работе приведен литературный обзор по чувствительности люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) к известному ассортименту послевсходовых гербицидов. Показаны результаты поисковых исследований по подбору гербицидов послевсходового применения и их смесей в посевах культуры сортов Першацвет и Миртан. Установлено, что важное экономическое значение в посевах люпина будут иметь гербициды ростового (митрон, КС (метамитрон, 700 г/л), бифор, КЭ (десмедифам, 80 г/л + фенмедифам, 80 г/л)) и комбинированного (ростового и почвенного - тапир, ВК (имазетапир, 100 г/л)) действия или баковые смеси на их основе: тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га); бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, СК (1,5 л/га); тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (0,5 л/га); тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (1,0 л/га); тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, СК (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, СК (2,0 л/га), применяемые в фазу 2-4 листа культуры и ранние сроки вегетации сорняков. Выбор послевсходовых гербицидов и их смесей будет зависеть от типа засорения и направления использования посевов.

Ключевые слова: люпин узколистный, сорняки, гербициды, баковые смеси.

Введение. Увеличение производства растительного белка возможно без расширения площадей и повышения урожайности бобовых культур, а имеющийся на сегодня дефицит кормового белка в животноводстве можно намного сократить за счет более широкого использования высокобелковых кормов растительного происхождения, в том числе люпина. Серьезной проблемой при возделывании люпина в республике является засоренность посевов. Решение данной проблемы приобретает первостепенное значение, так как в настоящее время широкое распространение в посевах люпина получили гербициды почвенного действия. Однако, при низкой влажности почвы во время их внесения, они недостаточно эффективны и чаще всего способны только ослабить первую волну ранних, а затем и поздних яровых сорняков [1]. Кроме того основную часть ассортимента почвенных гербицидов

в посевах люпина до 2013 г. занимали ацетохлорсодержащие препараты, использование которых запрещено решением Европейской комиссии.

Маршрутными обследованиями 2011-2013 гг. установлено, что в посевах узколистного люпина произрастало 38-43 видов сорных растений. Общая засоренность посевов люпина перед уборкой составляла 39,1-65,5 шт/м², что намного выше установленного нами порога вредоносности однолетних двудольных сорных растений, который составил в посевах люпина узколистного сорта Миртан – 9-10 шт/м², сорта Першацвет - 5-11 шт/м² [2, 3]. По нашим данным в 2011-2013 гг. критический период вредоносности сорных растений колеблется между фазами полных всходов и ветвления люпина, и в зависимости от количества сорняков и скорости увеличения их массы в среднем составляет на сорте Першацвет – 16-21 дней, на сорте Миртан – 21-24 дня совместной вегетации [3, 4].

Следовательно, для того чтобы контролировать чистоту посевов до фазы ветвления культуры, требуется планировать систему послевсходовых опрыскиваний, которая должна включать как минимум одну-две обработки [5] в т. ч. и противозлаковыми гербицидами (граминицидами).

Наиболее острой проблемой является поиск новых эффективных гербицидов ростового и комбинированного действия и их смесей для использования при возделывании этой ценной культуры. Однако, применение химической прополки по вегетирующим растениям люпина затруднено из-за высокой чувствительности этой культуры к известному ассортименту гербицидов.

Исследования Самусика И.Д. (2002) показывают высокую хозяйственную эффективность послевсходового внесения голтикса (метамитрон, 700 г/л) в норме 1 и 2 л/га [6]. Результаты изучения различных норм голтикса в РУП «Институт защиты растений» (1999-2001 гг.) выявили очень низкую биологическую эффективность в нормах 1,0 и 1,25 кг/га. Более существенным было повышение эффективности гербицидных обработок при увеличении нормы внесения с 1,5 до 3,0 л/га. При этом необходимая для защиты от сорных растений биологическая и хозяйственная эффективность, сравнимая с эффективностью довсходовых гербицидов, гарантирована при послевсходовом внесении голтикса только в норме 3 л/га. Однако, он не был рекомендован для производства по той причине, что применение его экономически не выгодно ввиду высокой стоимости препарата [7]. На экономическую нецелесообразность его использования указывают другие

авторы [8]. Однако, вероятней всего его использование как страхового гербицида в норме 1,5 кг/га в ранние фазы развития культуры (2-х настоящих листьев) в случае, если по каким-либо причинам не удалось внести довсходовые гербициды [7]. В России для послевсходового применения в посевах люпина разрешен гербицид пивот, 10% в.к. (имазетапир). А.С. Кононов отмечает, что вносить его следует с особой точностью в норме 0,4-0,5 л/га, не позднее фазы образования у люпина 3-5 настоящих листьев, так как передозировка или неверно выбранный срок обработки может привести к сильному угнетению культуры и даже полной гибели [9, 10]. По данным Г.П. Романюка, в год (1997) с благоприятными погодными условиями при внесении в фазу 4 листьев культуры он показывал хорошие результаты, в год (1998) с большим количеством осадков наблюдалось его сильное отрицательное влияние на завязываемость бобов люпина [10, 11]. При применении пивота в опытах Т.П. Мироновой урожай был потерян полностью [12], а у А.С. Шик был получен дополнительный урожай, хотя и меньший, чем при применении довсходовых гербицидов [10, 13]. Е.А. Якимович отмечает о нецелесообразности применении тапира, ВК (имазетапир, 100 г/л) в фазу 4-х листьев люпина узколистного в связи с фитотоксическим действием гербицида, которое выражалось в приостановке роста растений и задержке прохождении фенофаз на 10-14 дней (напоминало реакцию люпина на сосущих вредителей или «вирусное израстание») [10]. В литературе имеются данные по наличию видо-сортовых различий в устойчивости люпинов к послевсходовому применению гербицидов [13].

В связи с вышеизложенным мы предположили, что люпин в ранние фазы роста и развития менее чувствителен к послевсходовым гербицидам. Поэтому, гербициды ростового и комбинированного действия и их смеси вносили не позднее фазы 2-4 настоящих листьев культуры. Наши исследования были направлены на изучение биологической эффективности гербицидов послевсходового применения и их смесей.

Методика исследований. Исследования проводили в 2011-2013 гг. согласно «Методическим указаниям по проведению регистрационных испытаний» [14], на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, аг. Прилуки) в посевах люпина узколистного сортов Першацвет (норма высева - 2,0 млн всхожих семян/га) и Миртан (норма высева – 1,8 млн. всхожих семян/га). Способ сева рядовой (ширина междурядий 15 см).

Площадь опытной делянки – 15 м², повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. По результатам агрохимической характеристики почвы обеспеченность гумусом пахотного горизонта – 1,9–2,1%, кислотность - рН 4,86–5,99, содержание подвижных форм калия 13,8–27,8 мг/100 г почвы и фосфора 29,2–33,3 мг/100 г почвы. Предшественник в 2011 и 2012 г. – сахарная свекла, в 2013 г. – яровые зерновые. Минеральные удобрения вносили весной в предпосевную культувацию из расчета N₆₀P₉₀K₁₁₀ кг д.в./га. Гербициды применяли в фазу 2–4-х настоящих листьев люпина методом сплошного опрыскивания поделяночно ранцевым опрыскивателем «Jacto». Норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Оценку эффективности гербицидов проводили через месяц после обработки количественно-весовым методом. За ростом и развитием растений велись фенологические наблюдения. Данные учета урожая обработаны методом дисперсионного анализа [15].

Результаты исследований. В 2011 г. проведены поисковые исследования по уточнению норм внесения гербицидов тапир, ВК (имазетапир, 100 г/л) ООО «Агро Эксперт Групп», Россия; митрон, КС (метамитрон, 700 г/л), ЗАО «Щелково Агрохим», Россия и возможности применения гербицида пульсар SL, ВР (имазомокс, 40 г/л), ф. БАСФ Агрокемикал продактс Б.В., Пуэрто Рико в посевах люпина узколистного. В послевсходовый период, тапир, ВК применяли в нормах 0,4, 0,5 и 0,6 л/га в фазу 2-4 листа люпина узколистного, снижение массы всех сорняков составило на сорте Першацвет (17,5–30,9%), на сорте Миртан (23,1–43,2%). Достоверный сохраненный урожай был получен при внесении тапира в нормах 0,4 и 0,5 л/га как на сорте Першацвет (19,8 и 20,2 ц/га), так и на сорте Миртан (21,9 и 23,6 ц/га), соответственно. При применении тапира, ВК - 0,6 л/га отмечалось фитотоксическое действие в виде хлороза листьев, задержке роста и неравномерного цветения, что не позволило получить достоверной прибавки урожая на разных по скороспелости сортах. Гибель всех сорных растений при однократном внесении гербицида митрон в нормах 2,0 и 3,0 л/га в фазу 2-4 листа люпина составила 8,5–30,3%, вегетативная масса уменьшилась на 35,2–60,3%. Двукратное внесение митрона – 1,5 л/га → 1,5 л/га в условиях 2011 г. оказалось более эффективным (в связи с растянутым периодом всходов сорняков при засушливых погодных условиях) и составило 40,0% по численности и 78,5%

по массе. На основании результатов исследований гербицид митрон, КС включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для защиты посевов люпина узколистного от однолетних двудольных сорных растений в норме 2,0-3,0 л/га в фазу 2-4 листьев культуры и двукратно 1,5 л/га: первое опрыскивание в фазу семядольных листьев сорняков, второе – по мере появления новых всходов. При применении пульсара SL, ВР – 0,75-1,0 л/га в фазу 2–4 и 4–6 листьев культуры наблюдалось фитотоксическое действие на растения люпина узколистного в виде осветления (бледно-зеленый цвет) и деформации листовой пластинки, так же проявлялось ретордантное действие препарата (растения низкие, прижатые). Данные признаки были более ярко выражены при применении пульсара в фазу 4-6 листьев люпина. Таким образом, отрицательное действие пульсара на растения люпина узколистного не позволило получить урожая даже на уровне контроля без обработки.

Сложный тип засорения посевов люпина вызвал необходимость поиска баковых смесей гербицидов для эффективного его контроля. В 2011 г. применяли: тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (0,5 л/га) и тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (1,0 л/га).

В посевах сортов Першацвет (с колосовидным типом ветвления) и Миртан (с диким типом ветвления) баковые смеси тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (0,5 л/га) и тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (1,0 л/га) обеспечили уровень урожайности равный применению гербицидов ростового (бифор, КЭ – 2,0 л/га; митрон, КС - 1,5–2,0 л/га) и комбинированного (тапир, ВК – 0,4–0,5 л/га) (ростового и почвенного) действия. Однако при этом наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению урожайности и эффективности данных баковых смесей за счет синергетического эффекта компонентов. Внесение смесей тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (0,5 л/га) и тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (1,0 л/га) снизило массу всех сорных растений в посевах люпина сортов Першацвет на 45,0–61,6% и Миртан на 29,3–62,8%. В связи с этим для увеличения эффективности баковых смесей в посевах люпина и обеспечения роста урожайности в 2012-2013 гг. проводили исследования по изучению биологической эффективности смесей в повышенных нормах расхода гербицидов: тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га). Также представляла практический интерес баковая смесь тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га).

Погодные условия вегетационных периодов за годы исследований различались и оказывали существенное влияние на рост и развитие культуры и сорных растений. В 2012 г. первая декада мая характеризовалась повышенным температурным режимом и низким количеством осадков. Вторая и третья декада мая характеризовались неустойчивым температурным режимом 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 характеризовалась 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.

Видовой состав сорных растений на опытном участке был типичным для посевов люпина узколистного Центральной агроклиматической зоны Республики Беларусь. В посевах люпина сортов Першацвет и Миртан в 2012 г. по вариантам опыта из однолетних двудольных преобладали марь белая (*Chenopodium album* L.) – 14,7–26,7 шт/м², горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) – 13,3–40,0, звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.) – 4,0–9,3, фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.) – 0–8,0, подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) – 1,3–12,0, пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.) – 0–8,0, ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.) – 1,3–10,7 и рапс (*Brassica napus*) – 0–6,7 шт/м². Однолетние однодольные были представлены просом куриным (*Echinochloa crusgalli* L.) – 2,7–17,3 шт/м². Так же встречались ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench.) и мятлик однолетний (*Poa annua* L.). Численность всех сорных растений на опытном участке до внесения гербицидов составила 60,0–102,7 шт/м².

Применение гербицида тапир, ВК – 0,5 л/га позволило получить хороший уровень урожая как на сорте Першацвет (30,4 ц/га), так и на сорте Миртан (31,9 ц/га). При этом, в посевах сорта Першацвет, численность горца вьюнкового, подмаренника цепкого и пастушьей сумки снизилась на 65,0, 87,5 и 100 % (масса – на 94,5, 94,9 и 100 %), мари белой на 59,2 % (масса – на 71,5 %). На

сорта Миртан гибель мари белой, пастушьей сумки и ромашки непахучей составила 77,2, 87,5 и 87,5% (массы – 77,1, 96,0 и 98,1%). Численность горца вьюнкового снизилась на 13,3% (масса – на 78,5%). Гибель всех сорных растений составила: на сорте Першацвет – 64,4% (массы – 79,8%); на сорте Миртан – 73,3% (массы – 82,6%). Применение тапира в фазу 2–4 листа люпина вызвало незначительное фитотоксическое действие в виде пожелтения листовой пластинки (особенно жилок листьев), а так же запаздывание цветения, которое на уровне урожая не сказалось (табл. 1–2).

В эталоне (1) бифор, КЭ – 2,0 л/га на сорте Першацвет мари белая и пастушья сумка погибли на 71,1 и 90,9% (масса уменьшилась на 80,9 и 92,5%). Эффективность бифора на горец вьюнковый и подмаренник цепкий была ниже и составила 25,0 и 50,0% (массы – 27,5 и 76,9%). На сорте Миртан численность мари белой и ромашки непахучей уменьшилась на 87,1 и 62,5% (массы – 93,6 и 75,2%). Пастушья сумка погибла на 100%. Численность горца вьюнкового увеличилась на 93,3%, его масса снизилась на 29,2%. На 3 день после внесения бифора наблюдалось хорошо выраженное фитотоксическое действие в виде скручивания листовых пластинок дымчатого цвета с последующим засыханием отдельных листовых пластинок (полностью или частично). Также отмечалось недружное цветение.

Урожайность люпина узколистного при применении эталона (2) митрон, КС – 2,5 л/га на сорте Першацвет составила 26,8 ц/га, на сорте Миртан – 22,2 ц/га. В посевах сорта Першацвет высокую эффективность митрон, КС показал на подмаренник цепкий и пастушью сумку, их гибель составила 100%, численность мари белой уменьшилась на 93,4% (масса – на 87,9%). Недостаточно эффективен препарат был на горец вьюнковый, численность горца вьюнкового увеличилась на 45,0%, масса на 54,0%. Применение митрона на сорте Миртан позволило снизить численность мари белой и пастушьей сумки на 92,1 и 87,5% (массы – на 87,1 и 96,0%). Численность горца вьюнкового увеличилась на 126,7% (масса – на 10,5%). Гибель ромашки непахучей составила 100%. Снижение численности всех сорных растений на сорте Першацвет составила 53,8% (массы – 63,0%), на сорте Миртан – 66,5% (массы – 74,6%). На некоторых растениях люпина не зависимо от сорта проявлялось фитотоксическое действие в виде краевых белесых ожогов листьев.

Таблица 1 – Биологическая эффективность послевсходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного сорта Першацвет (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» 2012 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю						Снижение массы сорных растений, % к контролю						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	мари белой	горца вьюнкового	подмаренника цепкого	пастушьей сумки	всех	мари белой	горца вьюнкового	подмаренника цепкого	пастушьей сумки	всех				
Контроль без прополки*	50,7	26,7	5,3	7,3	106,7	378,3	97,0	13,0	22,3	614,7	14,0	–		
Ручная прополка	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	34,5	20,5		
Бифор, КЭ – 2,0 л/га (эталон 1)	71,1	25,0	50,0	90,9	53,8	80,9	27,5	76,9	92,5	61,4	20,9	6,9		
Талир, ВК – 0,5 л/га	59,2	65,0	87,5	100	64,4	71,5	94,5	94,9	100	79,8	30,4	16,4		
Талир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га)	93,4	32,5	100	100	73,8	92,4	67,7	100	100	80,9	29,0	15,0		
Митрон, КС – 2,5 л/га (эталон 2)	93,4	+45,0	100	100	53,8	87,9	+54,0	100	100	63,0	26,8	12,8		
Бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	93,4	45,0	75,0	100	75,6	93,9	35,7	92,3	100	76,5	26,2	12,2		
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	90,8	35,0	100	81,8	72,5	97,0	81,1	100	88,1	88,2	28,1	14,1		
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га)	97,4	45,0	100	90,9	76,9	98,9	88,7	100	89,6	93,0	29,8	15,8		
НСР ⁰⁵											6,6			

Примечания: * – в контроле без прополки численность сорняков, шт/м² и масса, г/м²; + - увеличение численности и массы сорных растений, % к контролю.

Таблица 2 – Биологическая эффективность послевходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного сорта Миртан (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» 2012 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю								Снижение массы сорных растений, % к контролю							Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	мари белой	про-са курьего	горца выюнового	пастушьей сумки	ро-машки непахучей	всех	мари белой	про-са курьего	горца выюнового	пастушьей сумки	ро-машки непахучей	всех					
Контроль без прополки*	67,3	5,3	10,0	5,3	5,3	107,3	438,3	4,3	73,0	16,7	35,0	729,3	13,6	–			
Ручная прополка	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25,3	11,7			
Бифор, КЭ – 2,0 л/га (эталон 1)	87,1	–	+93,3	100	62,5	65,8	93,6	–	29,2	100	75,2	76,1	20,5	6,9			
Талир, ВК – 0,5 л/га	77,2	100	13,3	87,5	87,5	73,3	77,1	100	78,5	96,0	98,1	82,6	31,9	18,3			
Талир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га)	100	100	33,3	100	87,5	89,4	100	100	94,5	100	95,2	98,0	27,3	13,7			
Митрон, КС – 2,5 л/га (эталон 2)	92,1	–	+126,7	87,5	100	66,5	87,1	–	+10,5	96,0	100	74,6	22,2	8,6			
Бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	100	–	+13,3	100	100	82,6	100	–	31,5	100	100	87,0	20,2	6,6			
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	99,0	75,0	+6,7	100	75,0	84,5	97,3	23,1	76,7	100	94,0	94,0	20,6	7,0			
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га)	93,1	100	6,7	75,0	87,5	83,2	95,7	100	83,6	94,0	93,3	95,2	25,1	11,5			
НСР ₀₅													4,1				

Примечания: * – в контроле без прополки численность сорняков, шт/м² и масса, г/м²; + – увеличение численности и массы сорных растений, % к контролю.

Более высокую биологическую эффективность обеспечили смеси гербицидов: тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га), бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га), тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га). Так, при применении смеси гербицидов тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га) на сорте Першацвет подмаренник цепкий и пастушья сумка погибли на 100%, марь белая – на 93,4% по численности и 92,4% по массе. Численность горца вьюнкового снизилась на 32,5%, масса – на 67,7%. На сорте Миртан при применении данной смеси марь белая, пастушья сумка и ромашка непахучая погибли на 100%. Численность горца вьюнкового уменьшилась на 33,3% (масса – на 94,5%). Общая засоренность снизилась на сорте Першацвет на 73,8% (масса – на 80,9%), на сорте Миртан – 89,4% (масса – на 98,0%). Прибавка урожая при этом составила на сорте першацвет – 15,0 ц/га, Миртан – 13,7 ц/га. Признаки незначительного фитотоксического действия идентичны гербицидам бифор, КЭ и тапир, ВК применяемым отдельно.

Применение смеси гербицидов бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) на сорте Першацвет снизило общую засоренность на 75,6% по численности и 76,5% по массе, что позволило сохранить 12,2 ц/га зерна люпина. Пастушья сумка погибла на 100%, численность мари белой и подмаренника цепкого снизилась на 93,4 и 75,0% (масса – на 93,9 и 92,3%). Численность горца вьюнкового снизилась на 45,0% (масса – на 35,7%). На сорте Миртан смесь бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) снизила общую численность сорняков на 82,6% (их массу – на 87,0%). Сохраненный урожай составил 6,6 ц/га. Фитотоксическое действие смеси бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) проявлялось в виде обильного усыхания отдельных листочков на растении или скручивания листовых пластинок (пальчиков).

Использование смесей тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га) на сорте Першацвет показало высокую эффективность против всех сорных растений, биологическая эффективность составила 72,5–76,9% по численности и 88,2–93,0% по массе. Данные смеси обеспечили хорошую эффективность против мари белой, горца вьюнкового, и пастушьей сумки. Так их численность снизилась на 90,8–97,4%, 35,0–45,0% и 81,8–90,9% (масса – 97,0–98,9%, 81,1–88,7% и 88,1–89,6%). Подмаренник цепкий погиб на 100%. Прибавка урожая при этом составила 14,1–15,8 ц/га. Данные смеси внесенные в посевах люпина сорта Миртан снизили общую засоренность на 83,2–84,5%

(вегетативную массу – на 94,0–95,2%), что позволило сохранить 7,0–11,5 ц/га. Численность мари белой, пастушьей сумки и ромашки непахучей при этом снизилась на 93,1–99,0%, 75,0–100% и 75,0–87,5% (масса – 95,7–97,3%, 94,0–100% и 93,3–94,0%). Численность горца вьюнкового в варианте тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) увеличилась на 6,7%, масса уменьшилась на 76,7%. В варианте тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га) горец вьюнковый погиб на 6,7%, масса снизилась на 83,6%. Признаки незначительного фитотоксического действия идентичны гербицидам митрон, КС и тапир, ВК применяемым отдельно.

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.

В посевах люпина сортов Першацвет и Миртан однолетние двудольные были представлены марью белой (*Chenopodium album* L.) – 16,0–37,3 шт/м², звездчаткой средней (*Stellaria media* (L.) Vill.) – 6,7–18,7, филкой полевой (*Viola arvensis* Murr.) – 4,0–16,0, подмаренником цепким (*Galium aparine* L.) – 4,0–14,7, пастушьей сумкой (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.) – 1,3–12,0, ромашкой непахучей (*Matricaria inodora* L.) – 1,3–5,3 и рапсом (*Brassica napus*) – 1,3–9,33 шт/м². Однолетние однодольные – просом куриным (*Echinochloa crusgalli* L.) – 12,0–41,33 шт/м². Из многолетних двудольных преобладал осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) – 2,7–18,73 шт/м². Исходная засоренность в ранних фазах люпина узколистного (2–4 листа) по годам исследований между сортами Першацвет и Миртан практически не отличалась.

В 2013 г. гибель всех сорных растений после применения тапира на сорте Першацвет составила 61,9% (массы – 58,9%), на сорте Миртан – 79,5% (массы – 76,5%) соответственно, что позволило получить 21,9 и 27,2 ц/га зерна люпина. Численность мари белой и проса куриного уменьшилась (сорт Першацвет)

на 54,6 и 84,6 % (масса – на 61,8 и 84,3 %). Гибель пастушьей сумки и рапса составила 100 %. На сорте Миртан снижение численности мари белой, проса куриного, горца вьюнкового и подмаренника цепкого составила 57,6; 81,4; 91,3 и 94,4 % (массы – 80,8; 92,8; 99,4 и 93,4 %). Рапс погиб на 100 %. Следует отметить недостаточную эффективность препарата в погодных условиях (2013 г.) с обильными осадками в первой половине вегетации на просо куриное (табл. 2).

Под действием бифора, КЭ – 2,0 л/га (эталон 1) (сорт Першацвет) в 2013 г. пастушья сумка и рапс погибли на 100 %. Численность мари белой уменьшилась на 88,7 % (массы – на 97,9 %). Общая засоренность снизилась на 72,8 %, вегетативная масса – на 79,3 %. На сорте Миртан гибель мари белой и горца вьюнкового составила 77,8 и 39,1 % (массы – 94,3 и 75,8 %). Численность подмаренника цепкого и рапса снизилась на 77,8 и 88,9 % (масса – на 60,7 и 97,9 %). Снижение численности всех сорных растений составила 71,4 % (массы – 67,4 %). Применение бифора в посевах люпина сортов Першацвет и Миртан позволило получить 23,1 и 26,3 ц/га зерна.

После применения гербицида митрон, КС – 2,5 л/га (эталон 2) на сорте Першацвет пастушья сумка и рапс погибли на 100 %. Численность мари белой уменьшилась на 88,7 %, масса мари белой снизилась на 96,8 %. В посевах сорта Миртан внесение митрона обеспечило гибель мари белой на 72,7 % (массы – на 84,6 %). Численность горца вьюнкового, подмаренника цепкого и рапса снизилась на 47,8; 66,7 и 88,9 % (масса – на 51,5; 56,7 и 99,7 %). Гибель всех сорных растений на сорте Першацвет составляла 64,4 % (массы – 60,6 %), на сорте Миртан – 73,7 % (массы – 78,7 %). Урожайность люпина узколистного в 2013 г. при применении гербицида митрон, КС (2,5 л/га) на сорте Першацвет составляла 29,0 ц/га, на сорте Миртан – 29,9 ц/га (табл. 2).

При применении смеси тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га) на сорте Першацвет численность мари белой и проса куриного снизилась на 96,9 и 98,5 % (масса – на 99,3 и 99,9 %). Пастушья сумка и рапс погибли на 100 %. В посевах сорта Миртан численность мари белой, проса куриного, горца вьюнкового и подмаренника цепкого снизилась на 98,0; 97,9; 78,3 и 88,9 % (масса – на 99,8; 99,9; 92,9 и 95,1 %). Рапс погиб на 100 %. Численность всех сорных растений в посевах сорта Першацвет уменьшилась на 85,8 % (масса – на 79,6 %); в посевах сорта Миртан – на 90,4 % (масса – на 94,1 %), что сохранило 17,2 и 12,5 ц/га зерна люпина, соответственно.

Таблица 3 – Биологическая эффективность послевсходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного сорта Першацвет (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» 2013 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю						Снижение массы сорных растений, % к контролю						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га		
	Тролю			всех			проса куриного			пастушьей сумки					рапса	всех
	мари белой	проса куриного	пастушьей сумки	рапса	всех	мари белой	проса куриного	пастушьей сумки	рапса	всех						
Контроль без прополки*	129,3	43,3	12,0	8,7	240,0	1215,3	259,3	22,0	176,7	2014,0	11,8	–				
Ручная прополка	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	31,2	19,4				
Бифор, КЭ – 2,0 л/га (эталон 1)	88,7	–	100	100	72,8	97,9	–	100	100	79,3	23,1	11,3				
Талир, ВК – 0,5 л/га	54,6	84,6	100	100	61,9	61,8	84,3	100	100	58,9	21,9	10,1				
Талир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га)	96,9	98,5	100	100	85,8	99,3	99,9	100	100	79,6	29,5	17,7				
Митрон, КС – 2,5 л/га (эталон 2)	88,7	–	100	100	64,4	96,8	–	100	100	60,6	29,0	17,2				
Бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	97,4	–	100	100	72,5	99,5	–	100	100	81,2	26,0	14,2				
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	87,6	84,6	100	100	81,9	95,0	94,3	100	100	91,5	28,5	17,2				
Талир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га)	97,9	96,9	100	100	88,3	99,2	93,4	100	100	89,5	30,9	19,1				
НСР ₀₅											6,6					

Примечания: * – в контроле без прополки численность сорняков, шт/м² и масса, г/м²; + – увеличение численности и массы сорных растений, % к контролю.

Таблица 4 – Биологическая эффективность послевсходовых гербицидов и их смесей в посевах люпина узколистного сорта Миртан (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений» 2013 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю				Снижение массы сорных растений, % к контролю						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га		
	мари-белой	проса-куриного	горца-вьюнково-го	подмаренника-цепко-го	рапса	всех	мари-белой	проса-куриного	горца-вьюнково-го	подмаренника-цепко-го			рапса	всех
Контроль без прополки*	66,0	64,7	15,3	12,0	6,0	256,7	998,0	465,3	117,0	20,3	111,0	2327,0	17,4	–
Ручная прополка	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	39,3	21,9
Бифор, КЭ – 2,0 л/га (эталон 1)	77,8	–	39,1	77,8	88,9	71,4	94,3	–	75,8	60,7	97,9	67,4	26,3	8,9
Тапир, ВК – 0,5 л/га	57,6	81,4	91,3	94,4	100	79,5	80,8	92,8	99,4	93,4	100	76,5	27,2	9,8
Тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га)	98,0	97,9	78,3	88,9	100	90,4	99,8	99,9	92,9	95,1	100	94,1	35,7	18,3
Митрон, КС – 2,5 л/га (эталон 2)	72,7	–	47,8	66,7	88,9	73,7	84,6	–	51,5	56,7	99,7	78,7	29,9	12,5
Бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	92,4	–	91,3	100	100	91,0	99,8	–	98,9	100	100	92,0	28,5	11,1
Тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га)	74,8	70,1	73,9	83,3	100	73,3	90,5	98,4	91,2	96,7	100	60,9	35,3	17,9
Тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га)	87,9	99,0	91,3	100	100	89,9	97,1	99,9	96,9	100	100	89,4	42,4	25,0
НСР ₀₅													7,4	

Примечания: * – в контроле без прополки численность сорняков, шт/м² и масса, г/м²; + – увеличение численности и массы сорных растений, % к контролю.

Численность мари белой при внесении смеси гербицидов бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) на сорте Першацвет снизилась на 97,4 % (масса – на 99,5 %). Пастушья сумка и рапс погибли на 100 %. В посевах сорта Миртан численность мари белой и горца вьюнкового снизилась на 92,4 и 91,3 % (масса – на 99,8 и 98,9 %). Подмаренник цепкий и рапс погибли на 100 %. Применение данной смеси позволило сохранить 14,2 (сорт Першацвет) и 11,1 ц/га (сорт Миртан) зерна люпина. Фитотоксическое действие смеси бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) проявлялось в виде обильного усыхания отдельных листочков на растении или скручивания листовых пластинок (пальчиков).

Эффективность смесей тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га) в 2013 г. также оказалась высокой. Так, численность мари белой и проса куриного в посевах сорта Першацвет уменьшилась на 87,6–97,9 и 84,6–96,9 % (масса – на 95,0–99,2 и 93,4–94,3 %), пастушья сумка и рапс погибли на 100 %. На сорте Миртан под действием данных смесей численность мари белой, проса куриного, горца вьюнкового и подмаренника цепкого уменьшилась на 74,8–87,9; 70,1–99,0; 73,9–91,3 и 83,3–100 % (масса – на 90,5–97,1; 98,4–99,9; 91,2–96,9 и 96,7–100 %). Рапс погиб на 100 %. Общая засоренность при этом снизилась на сорте Першацвет на 81,9–88,3 %, (масса – на 89,5–91,5 %), на сорте Миртан – на 73,3–89,9 % (массы – на 60,9–89,4 %), что позволило сохранить 17,2–19,1 и 17,9–25,0 ц/га соответственно зерна люпина. Признаки незначительного фитотоксического действия баковых смесей идентичны гербицидам митрон, КС и тапир, ВК применяемым раздельно.

Кроме того по результатам поисковых исследований 2012–2013 г. установлено отрицательное действие гербицидов атон, ВДГ (тифенсульфурон-метил, 750 г/л) – 10 г/га и базагран, 480 г/л в.р. (бентазон) – 1,5 л/га на люпин узколистный. Через месяц после внесения наблюдалась гибель люпина на 80–90 %. Применение гербицида атон, ВДГ – 10 г/га оказывало сильное фитотоксическое действие на культуру как на сорте Першацвет, так и на сорте Миртан, в начале (на 3 день после внесения) в виде осветления и деформации листовой пластинки, с последующим угнетением и пожелтением растений люпина. Прополка базаграном, 480 г/л в.р в норме 1,5 л/га вызывала усыхание растений люпина узколистного. Отмеченное фитотоксическое действие от препаратов атон и базагран на выживших растениях люпина сортов Першацвет и Миртан способствовало ухудшению показателей структуры урожая.

Следует отметить, что все остальные изучаемые послевсходные гербициды (в том числе и эталоны) и их смеси оказывали то или иное незначительное фитотоксическое действие, которое способствовало затягиванию цветения (от 3 до 5 дней) или его неравномерности. Однако, несмотря на это получены достоверные прибавки урожая. Важно, что более выраженное фитотоксическое действие послевсходных гербицидов и их смесей наблюдалось в 2012 г. на фоне умеренного поражения люпина антрокнозом и фузариозным увяданием (особенно сорта миртан), которое оказывало действие на высоту растений люпина в течение 21 дня и массу культуры в течение 14–21 дней. Общая высота растений к моменту уборки на изучаемых вариантах не отличалась от варианта с ручной прополкой.

Выводы. Таким образом, в виду сложившегося сложного типа засорения люпина узколистного, для контроля чистоты посевов в гербокритический период культуры (до фазы ветвления), требуется планировать систему послевсходных опрыскиваний, которая должна включать как минимум одну-две обработки гербицидами бифор, КЭ, митрон, КС, тапир, ВК или баковыми смесями на их основе, применяемыми в ранние сроки вегетации культуры (не позднее 2–4 листьев) и сорняков. Экономика применения послевсходных гербицидов напрямую зависит от тактики их внесения. В свою очередь, тактика применения послевсходных гербицидов будет зависеть от типа засорения и направления использования посевов:

- в посевах зерно-фуражного направления при двудольном типе засорения экономически оправдано применение гербицидов бифор, КЭ – 2,0 л/га, митрон, КС – 2,0 л/га или баковой смеси бифор, КЭ (1,5 л/га) + митрон, КС (1,5 л/га).

- в посевах зерно-фуражного направления со смешанным типом засорения (однолетним злаковым и двудольным) – тапир, ВК – 0,4–0,5 л/га или баковые смеси тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га); тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (0,5 л/га) и тапир, ВК (0,4 л/га) + митрон, КС (1,0 л/га).

- в семенных посевах при двудольном типе засорения – митрон, КС – 3,0 л/га или баковую смесь бифор, КЭ (1,5) + митрон, КС (1,5 л/га). На хорошо окультуренных полях целесообразно двукратное опрыскивание митроном, КС (1,5 л/га → 1,5 л/га). Последовательное внесение митрона, КС предпочтительнее в засушливых погодных условиях с растянутым периодом всходов сорняков: первое в фазе семядольных листьев у однолетних

двудольных сорных растений, второе – по мере появления новых всходов сорных растений.

- в семенных посевах со смешанным типом засорения (однолетним злаковым и двудольным) – тапир, ВК – 0,5 л/га или баковые смеси тапир, ВК (0,5 л/га) + бифор, КЭ (1,5 л/га); тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС – (1,5 л/га) и тапир, ВК (0,5 л/га) + митрон, КС (2,0 л/га).

Применение гербицидов пульсар SL, ВР – 0,75–1,0 л/га, базагран, 480 г/л в.р. – 1,5 л/га и атон, ВДГ – 10 г/га в посевах люпина узколистного нецелесообразно в связи с жестким фитотоксическим действием на культуру.

Список литературы

1. Кононов, А.С. Защита растений и сорняки / А.С. Кононов // Агро ХХ1. – 2000. – №4. – С. 16.
2. Корпанов, Р.В. Пороги вредоносности мари белой и проса куриного в посевах люпина узколистного/ Р.В. Корпанов // Сорные растения и пути ограничения их вредоносности : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. памяти Н.И. Протасова и К.П.Паденова (Минск–Прилуки, 30 июня – 3 июля 2015 г.) / РУП «НПЦ по земледелию», РУП «И-нт защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл.ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 88–91.
3. Корпанов, Р.В. Критический период и порог вредоносности сорных растений в посевах люпина узколистного в Беларуси / Р.В. Корпанов, С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская, Л.И. Сорока // Люпин. Его возможности и перспективы: сб. междунар. Научн.-практ. конф., посвящ. 25-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина. Брянск, 2012. – С. 194–198. (303 с.)
4. Агротехнические и химические приемы защиты посевов люпина узколистного от сорных растений: Аналитический обзор [Текст / коллектив авторов / Л.А. Булавин и др. // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2014. – 50 с.
5. Кононов, А.С. Люпин: технология возделывания в России /А.С. Кононов. – Брянск, 2003. – 212 с.
6. Самусик, И.Д. Влияние гербицидов на продуктивность и засоренность посевов узколистного люпина / И.Д. Самусик // Матер. пятой междунар. научн.-практ. конф. «Наука-производству» // Сб. стат. науч.-практ. конф. – Гродно: УО «ГТАУ», 2002. – С. 125–126.
7. Романюк, Г.П. Результаты поиска гербицидов для послевсходового внесения в посевах люпина узколистного Г.П. Романюк // Тез. докл. Междунар. научн.-практ. конф. «Научное обеспечение люпиносеяния в России». – ГНУ ВНИИ люпина, 12–14 июля 2005 г. – Брянск, 2005. – С. 193–196.
8. Сивый, И.Я. Влияние сроков вспашки и гербицидов на урожайность люпина узколистного /И.Я. Сивый, Л.А. Булавин // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы.– Сборник научных трудов УО «Гродненский госуд. аграрн. университет».– Гродно, 2003. – Т.1, ч. 1. – С. 175–177.
9. Кононов, А.С. Гербициды на люпине / А.С. Кононов // Защита и карантин растений. – 2001. - №2. – С.23.
10. Якимович, Е.А. Эффективность гербицида тапир в посевах люпина узколистного // Молодежь в науке – 2009: прил. к журн. «Вес.Нац.акад. наук

Беларусі»: в 5 ч. – Ч.3: Серия аграрных наук / редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – С. 288–291.

11. Романюк, Г.П. Эффективность гербицида пивот в посевах люпина желтого / Г.П. Романюк // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения: материалы междунар. науч.- производ. конф., Жодино, 17–18 марта 1999 г.; БелНИИЗК. – Жодино, 1999. – Т.2. – С. 86–91.

12. Миронова, Т.П. Фитоценотическая ситуация посевов люпина и методы борьбы с сорной растительностью / Т.П. Миронова // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения: материалы междунар. науч.-производ. конф., Жодино, 17–18 марта 1999 г., БелНИИЗК. – Жодино, 1999. – Т.2. – С. 71–78.

13. Шик, А.С. Влияние гербицидов на засоренность и урожайность люпина узколистного / А.С. Шик, А.В. Гаврилюк, Л.А.Булавин // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по Земледелию; редкол.: М.А. Кадыров [и др.]. – Несвиж, 2007. – Вып. 43. –С. 123–131.

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

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

R.V. Korpanov, S.V. Soroka, L.I.Soroka

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

BIOLOGICAL ACTIVITY OF POST-EMERGENT HERBICIDES AND THEIR MIXTURES IN BLUE LUPINE CROPS

Annotation. In the article a literary review on blue lupine sensitivity (*Lupinus angustifolius* L.) to the known assortment of post-emergent herbicides is stated. The results of search researches on post-emergent herbicides and their mixtures selection in the crop cv Pershatsvet and Mirtan are shown. It is determined that of main economic importance will be the herbicides of growth (mitron, SC (metamithron, 700 g/l), biphor, EC (desmedipham, 80 g/l) + phenmedipham, 80 g/l), combined action herbicides (growth and soil – tapyr, AC (imazetapyr, 100 g/l) and tank mixtures based on them : tapyr, AC (0,5 l/ha + biphor, EC (1,5 l/ha; biphor, EC (1,5 l/ha) + mitron, SC (1,5 l/ha); tapyr AC (0,5 l/ha) + mitron, SC (0,5 l/ha) and tapyr, AC (0,5 l/ha) + mitron, SC (2,0 l/ha) applied at 2–4 leaves of the crop and early periods of weeds vegetation. The selection of post-emergent herbicides and their mixtures will depend on type of weed infestation and the direction of crops use.

Key words: blue lupine, weeds, herbicides, tank mixtures.

А.С. Пестерева, Л.И. Сорока

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

ВЛИЯНИЕ СРОКА ПРОПОЛКИ И НОРМ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ

Рецензент: канд. с.-х. наук Козич И.А..

Аннотация. Проведена оценка эффективности гербицида хармони экстра, ВДГ (*тифенсульфурон-метил, 500 г/кг + трибенурон-метил, 250 г/кг*) в зависимости от срока применения в посевах яровой пшеницы отечественных сортов Тома и Василиса. Установлено, что урожайность культуры варьирует в зависимости от срока прополки и конкурентоспособности сорта. При применении гербицида в стадии 2-х листьев культуры (ВВСН 12) численность сорных растений снизилась на 81,1–95,6, вегетативная масса – на 96,5–99,0%, в стадии кущения культуры (ВВСН 25) – на 46,9–64,6 и 76,3–86,3%, соответственно. Наиболее высокий сохраненный урожай яровой пшеницы получен при внесении гербицида хармони экстра, ВДГ в стадии 2-х листьев культуры (ВВСН 12) на сорте Тома.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорные растения, эффективность, урожайность.

Введение. Составной частью технологии возделывания яровой пшеницы является защита культуры от сорных растений. Для эффективного применения химического метода учитываются многие факторы, в т.ч. виды сорняков, возраст и степень засоренности, их вредоносность и конкурентоспособность с растениями культуры. Ряд гербицидов (гранстар, 75% с.т.с.; гармонд, ВДГ; тамерон, 75% в.д.г.; трибун, СТС; хармони экстра, ВДГ) рекомендованы для применения на посевах яровой пшеницы в фазе 2-3 листа – флаг листа культуры. Препараты из группы производных сульфонилмочевины наиболее эффективны в фазе 2-4 листьев у двудольных сорняков, когда их корневая система еще недостаточно сформирована. Внесение гербицидов в более поздние сроки приводит к переходу сорняков в фазу относительной устойчивости, требующей увеличения нормы расхода препарата [1, 2].

Применение химических средств борьбы с сорняками должно основываться на их высокой биологической и хозяйственной эффективности, минимальной степени отрицательного воздействия на окружающую среду. Поэтому поиск и предложение производству новых препаратов с более широким спектром действия,

низкими нормами расхода или снижения норм их внесения за счет применения в баковых смесях с другими препаратами или анти-депрессантами является чрезвычайно важным и актуальным [3].

Целью исследований является изучение влияния срока применения и норм внесения гербицидов на урожайность яровой пшеницы сортов отечественной селекции.

Методика проведения исследований. Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского р-на) в посевах яровой пшеницы сортов отечественной селекции Василиса и Тома. Норма высева семян – 5,0 млн. всхожих зерен на 1 гектар. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса – 2,18%, P_2O_5 – 308 мг/кг, K_2O – 400 мг/кг, pH – 5,4. Минеральные удобрения вносили в предпосевную культивацию из расчета $N_{100}P_{90}K_{110}$ (по д. в.). Предшественник – озимая рожь. Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рендомизированное в пределах повторения. Агротехника возделывания – общепринятая для Республики Беларусь.

Обработку посевов яровой пшеницы гербицидом хармони экстра, ВДГ (д.в. тифенсульфурон-метил, 500 г/кг + трибенурон-метил, 250 г/кг) проводили в разные стадии развития яровой пшеницы (2 листа, кущение и выход в трубку). Эффективность гербицида оценивалась в соответствии с «Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь» [4].

Засоренность в опытах определяли дважды: при первом учете количество сорняков по видам учитывали непосредственно перед обработкой посевов гербицидом, при втором – их количество и массу по видам через месяц после внесения. При каждом учете поделано брали по две учетные площадки размером 0,25 м².

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5].

Результаты исследований и их обсуждение. В 2015 г. численность однолетних двудольных сорных растений в посевах яровой пшеницы сортов Василиса и Тома в фазе 2-х листьев культуры (ВВСН 12) в среднем составляла 319,0–369,0 и 271,0–287,0 шт/м². В агроценозе культуры преобладали: фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.) – 168,0–257,0 шт/м², звездчатка средняя (*Stellaria media* L.) – 26,0–46,0 шт/м², марь белая (*Chenopodium album* L.) – 13,0–36,0 шт/м², трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodora* (L.) Sch.Bip.) – 8,0–27,0 шт/м², падалица рапса (*Brassica napus* L.) – 9,0–24,0 шт/м², подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) – 4,0–13,0 шт/м², горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.) – 3,0–8,0 шт/м². В посевах произрастали единичные растения горца шероховатого (*Polygonum scabrum* L.), пастушьей сумки (*Capsella bursa-pastoris* L.).

Таблица 1 – Действие гербицида хармони экстра, ВДГ на численность сорных растений в зависимости от сроков применения в посевах яровой пшеницы, сорт Василиса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Гибель двудольных сорных растений, % к контролю без прополки						
	мари-белой	звездчатки средней	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	падалицы рапса	всех
<i>Внесение в фазе 2 листа (ВВСН 12)</i>							
Контроль без прополки*	42,5	19,0	12,5	13,0	85,5	11,0	259,5
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	97,6	100	100	57,7	99,4	100	93,1
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	98,8	100	100	65,4	99,4	95,5	95,6
<i>Внесение в фазе кущения (ВВСН 25)</i>							
Контроль без прополки*	47,5	12,5	8,0	11,5	51,5	9,0	181,0
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	65,3	100	81,3	26,1	94,2	44,4	59,9
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	63,2	100	81,3	+4,3	92,2	55,6	64,6
<i>Внесение в фазе выхода в трубку (ВВСН 31)</i>							
Контроль без прополки*	49,5	22,5	4,0	14,0	58,5	5,5	195,5
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	22,2	66,7	+112,5	35,7	63,2	+45,5	25,6
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	25,3	86,7	+75,0	50,0	56,4	+54,5	34,0

Примечания: 1.*- в контроле без прополки – численность сорных растений, шт/м²

2. + - увеличение, % к контролю

Результаты исследований показали, что через месяц после внесения гербицида в фазе 2-х листьев яровой пшеницы, на посевах сорта Василиса численность сорных растений в контроле, где прополку культуры не проводили, находилась в пределах 259,5 шт/м² с массой 779,0 г/м², на сорте Тома – 298,5 шт/м² с массой 1312,8 г/м². Масса одного сорного растения на сорте Тома была выше и в среднем составляла 4,4 г по сравнению сортом Василиса, где этот показатель был равен 3,0 г.

При применении гербицида хармони экстра, ВДГ в фазе 2-х листьев культуры в нормах 30 и 40 г/га двудольные сорняки в посевах сорта Василиса погибли на 93,1 и 95,6 %, в посевах сорта Тома – на 81,1 и 87,9 %, их вегетативная масса снизилась

на 99,0 и 98,8% на сорте Василиса и на 96,5–97,5% на сорте Тома. Под действием препарата численность мари белой в посевах сорта Василиса уменьшилась на 97,6–98,8%, подмаренника цепкого – на 57,7–65,4, трехреберника непахучего – на 99,4%, падалицы рапса – на 95,5–100% (табл. 1, 2).

Веgetативная масса мари белой снизилась соответственно на 99,7–99,8%, подмаренника цепкого – на 74,2–76,4%, трехреберника непахучего – на 99,1–99,9% и падалицы рапса – на 99,8–100%. Звездчатка средняя и пастушья сумка погибли полностью (табл. 2).

Таблица 2 – Действие гербицида хармони экстра, ВДГ на массу сорных растений в зависимости от сроков применения в посевах яровой пшеницы, сорт Василиса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Снижение вегетативной массы сорных растений, % к контролю без прополки						
	мари белой	звездчатка средней	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	падалицы рапса	всех
<i>Внесение в фазе 2 листа (ВВСН 12)</i>							
Контроль без прополки*	189,0	77,0	30,8	23,3	232,3	153,0	779,0
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	99,7	100	100	76,4	99,9	100	99,0
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	99,8	100	100	74,2	99,1	99,8	98,8
<i>Внесение в фазе кущения (ВВСН 25)</i>							
Контроль без прополки*	314,0	80,0	11,3	26,3	256,5	304,8	1031,8
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	77,5	100	88,5	6,8	98,9	84,0	81,8
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	83,9	100	88,5	8,7	98,6	89,2	86,3
<i>Внесение в фазе выхода в трубку (ВВСН 31)</i>							
Контроль без прополки*	393,0	180,5	10,3	47,0	338,0	150,0	1185,6
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	63,2	89,5	+29,1	74,5	82,3	50,3	70,3
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	71,4	92,8	9,7	86,2	79,6	54,8	73,9

Примечания: 1.*- в контроле без прополки – вегетативная масса сорных растений, г/м²
2. + - увеличение, % к контролю

В фазе кущения яровой пшеницы (ВВСН 25) общее количество сорных растений составляло 207,0–284,0 шт/м² (сорт Тома), 181,0–298,0 шт/м² (сорт Василиса). В посевах доминировали фиалка полевая – 22,0–115,0 шт/м², марь белая – 16,0–49,0 шт/м², трехреберник непахучий – 16,0–48,0 шт/м², звездчатка средняя – 25,0–33,0 шт/м², падалица рапса – 10,0–14,0 шт/м², пастушья сумка – 7,0–22,0 шт/м², подмаренник цепкий – 5,0–16,0 шт/м². В меньшем количестве произрастали горец вьюнковый (1,0–12,0 шт/м²), горец шероховатый (0–12,0 шт/м²). На обоих сортах появились всходы незабудки полевой (*Myosotis arvensis* (L.) Hill).

Эффективность гербицида хармони экстра, ВДГ (30 и 40 г/га), применяемого в фазе кущения культуры на сортах Василиса и Тома была ниже по сравнению с обработкой в фазе 2-х листьев яровой пшеницы.

Сходное действие гербицида на данные виды сорных растений отмечено и на сорте Тома (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Действие гербицида хармони экстра, ВДГ на численность сорных растений в зависимости от сроков применения в посевах яровой пшеницы, сорт Тома (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Гибель двудольных сорных растений, % к контролю без прополки						
	мари-белой	звездчатка средней	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	падалицы рапса	всех
<i>Внесение в фазе 2 листа (ВВСН 12)</i>							
Контроль без прополки*	44,0	32,5	6,5	11,0	83,5	23,0	298,5
Хармони экстра, ВДГ–30 г/га	95,5	100	92,3	31,8	98,2	91,3	81,1
Хармони экстра, ВДГ–40 г/га	96,6	100	100	40,9	98,8	97,8	87,9
<i>Внесение в фазе кущения (ВВСН 25)</i>							
Контроль без прополки*	43,5	18,0	5,0	9,5	37,5	15,5	159,0
Хармони экстра, ВДГ–30 г/га	59,8	94,4	30,0	26,3	94,7	41,9	46,9
Хармони экстра, ВДГ–40 г/га	48,3	100	60,0	+57,9	96,0	38,7	51,9
<i>Внесение в фазе выхода в трубку (ВВСН 31)</i>							
Контроль без прополки*	61,0	22,0	4,0	10,0	64,0	12,5	248,0
Хармони экстра, ВДГ–30 г/га	23,8	59,1	+125,0	+25,0	53,9	36,0	33,9
Хармони экстра, ВДГ–40 г/га	5,7	84,1	+12,5	0	53,1	20,0	23,6

Примечания: 1.*- в контроле без прополки – численность сорных растений, шт/м²;

2. + - увеличение, % к контролю

Таблица 4 – Действие гербицида хармони экстра, ВДГ на массу сорных растений в зависимости от сроков применения в посевах яровой пшеницы, сорт Тома (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Снижение вегетативной массы сорных растений, % к контролю без прополки						
	мари белой	звездчатки средней	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	трехреберника непахучего	падалицы рапса	всех
<i>Внесение в фазе 2 листа (ВВСН 12)</i>							
Контроль без прополки*	255,0	136,0	14,8	22,3	258,3	558,8	1312,8
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	95,4	100	98,0	40,0	99,7	99,9	96,5
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	99,6	100	100	40,0	99,5	98,9	97,5
<i>Внесение в фазе кущения (ВВСН 25)</i>							
Контроль без прополки*	355,0	297,8	25,0	22,8	263,0	534,0	1546,4
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	63,2	99,8	80,0	7,9	88,2	73,2	76,3
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	69,5	100	92,8	+63,5	98,6	80,2	82,3
<i>Внесение в фазе выхода в трубку (ВВСН 31)</i>							
Контроль без прополки*	350,5	181,8	10,8	21,8	388,3	397,0	1434,1
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	47,6	86,6	+99,1	+1,0	80,9	61,7	63,7
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	53,7	95,0	27,8	22,0	80,1	66,0	68,9

Примечания: 1.*- в контроле без прополки – вегетативная масса сорных растений, г/м²; 2. + - увеличение, % к контролю

В посевах сорта Василиса численность мари белой снизилась на 63,2–65,3%, пастушьей сумки – на 81,3% при уменьшении вегетативной массы на 77,5–83,9 и 88,5%, соответственно. Полностью (100%) погибла звездчатка средняя. Численность трехреберника непахучего уменьшилась на 92,2–94,2%, падалицы рапса – на 44,4–55,6%, их вегетативная масса – на 98,6–98,9% и 84,0–89,2%, соответственно. Наблюдалось нарастание численности подмаренника цепкого, что связано с появлением новых всходов сорного растения.

Общая численность двудольных сорняков в посевах сорта Василиса снизилась на 59,9 и 64,6%, сорта Тома – на 46,9 и 51,9%,

вегетативная масса – на 81,8 и 86,3 %; 76,3 и 82,3 % соответственно. В контроле без обработки количество двудольных сорняков в посевах сорта Василиса находилось в пределах 181,0 шт/м² с вегетативной массой – 1031,8 г/м² и 159,0 шт/м² с массой 1546,4 г/м² – в посевах сорта Тома. Масса одного сорного растения в посевах сорта Тома была выше и в среднем составила 9,7 г, на сорте Василиса – 5,7 г.

В фазе выхода в трубку культуры (ВВСН 31) численность сорных растений несколько снизилась по сравнению с предыдущим учетом и находилась в пределах – 169,0–201 шт/м² на сорте Тома и 142,0–217,0 шт/м² на сорте Василиса.

Через месяц после применения гербицида численность двудольных сорных растений в контроле без прополки на посевах сорта Василиса составляла 195,5 шт/м², массой 1185,6 г/м², в посевах сорта Тома – 248,0 шт/м² массой 1434,1 г/м². Средняя масса одного сорного растения на сортах отличалась незначительно и составила 5,8 г (сорт Тома) и 6,1 г (сорт Василиса).

Биологическая эффективность гербицида хармони экстра, ВДГ (30 и 40 г/га) независимо от сорта значительно снизилась по сравнению с предыдущими обработками, что связано с переходом сорняков в фазу относительной устойчивости. Снижение численности двудольных сорняков на посевах сорта Василиса и сорта Тома в зависимости от нормы расхода препарата составило 25,6–34,0 % и 23,6–33,9 % при уменьшении вегетативной массы на 70,3–73,9 % и 63,7–68,9 %.

В пределах изучаемых сортов в фазе 2-х листьев культуры исходная засоренность посевов была выше на сорте Василиса (348,0 шт/м²), что превышало засоренность на сорте Тома на 20,4 %. В фазе кущения и выхода в трубку культуры численность сорных растений на обоих сортах значительно не отличалась и составляла 239,3 и 171,7 шт/м² – на сорте Василиса и 246,7 и 185,0 – на сорте Тома.

Применение гербицида хармони экстра, ВДГ в нормах расхода 30 и 40 г/га в фазе 2 листа яровой пшеницы сохранило 13,0–13,8 ц/га урожая зерна (25,3–26,8 %) на сорте Василиса и 17,4–18,9 ц/га (38,1–41,4 %) – на сорте Тома (табл. 5).

При внесении гербицида в фазе кущения культуры сохраненный урожай по сравнению с предыдущим снизился и составил 6,8–9,6 ц/га или 13,2–18,7 % на сорте Василиса и 10,9–13,6 ц/га (23,9–29,8 %) – на сорте Тома.

В результате снижения биологической эффективности гербицида хармони экстра, ВДГ в фазе выхода в трубку яровой пшеницы сохраненный урожай зерна в данных вариантах составил 1,8–3,9 ц/га на сорте Василиса, и 1,1–4,0 ц/га – на сорте Тома.

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков применения гербицида (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Вариант	Сорт Василиса			Сорт Тома		
	урожайность, ц/га	сохраненный урожай		урожайность, ц/га	сохраненный урожай	
		ц/га	% к контролю		ц/га	% к контролю
<i>Внесение в фазе 2 листа (ВВСН 12)</i>						
Контроль без прополки	51,4	–	–	45,7	–	–
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	64,4	13,0	25,3	63,1	17,4	38,1
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	65,2	13,8	26,8	64,6	18,9	41,4
<i>Внесение в фазе кущения (ВВСН 25)</i>						
Контроль без прополки	51,4	–	–	45,7	–	–
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	58,2	6,8	13,2	56,6	10,9	23,9
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	61,0	9,6	18,7	59,3	13,6	29,8
<i>Внесение в фазе выхода в трубку (ВВСН 31)</i>						
Контроль без прополки	51,4	–	–	45,7	–	–
Хармони экстра, ВДГ– 30 г/га	53,2	1,8	3,5	46,8	1,1	2,4
Хармони экстра, ВДГ– 40 г/га	55,3	3,9	7,6	49,7	4,0	8,8
НСР ₀₅	4,0			5,1		

Заключение. Таким образом, исследования, проведенные в 2015 г. показали, что потери урожая яровой пшеницы от сорной растительности были ниже на посевах сорта Василиса, следовательно, сорт Тома был менее конкурентоспособным к сорным растениям.

Гербицид хармони экстра, ВДГ (30 и 40 г/га) на посевах яровой пшеницы сорта Тома обеспечивал более высокие прибавки урожая зерна по сравнению с сортом Василиса.

Лучшую хозяйственную эффективность обеспечило применение гербицида хармони экстра, ВДГ в нормах расхода 30 и 40 г/га в ранние фазы роста яровой пшеницы – фазе 2-х листьев – кущения культуры. В целом, биологическая эффективность гербицидов в

большей степени определялась видовым составом сорных растений и практически не зависела от сорта яровой пшеницы.

Список литературы

1. Auskalnis, A Effect of timing and dosage in herbicide application on weed biomass in spring wheat / A. Auskalnis, A. Kadzys // *Agronomy Research*. – 2006. – № 4. – P. 133–136.
2. Обоснование сроков применения гербицидов используемых по вегетирующим растениям / А.А. Петунова [и др.] // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы второго всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005. – Санкт-Петербург, 2005. – Т. 2. – 401–404.
3. Соколова, Т.В. Влияние новых гербицидов на засоренность посевов и продуктивность продовольственной пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Т.В. Соколова. – Елец, 2011. – 216 л.
4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; Ин-т защиты растений; сост. С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного», 2007. – 58 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A.S. Pestereva, L.I. Soroka

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

INFLUENCE OF WEEDING PERIOD AND RATES OF HERBICIDES APPLICATION ON LOCAL SELECTION SPRING WHEAT YIELD

Annotation. The evaluation of the herbicide harmony extra, WDG (thifensulfuron-methyl, 500 g/kg+ thribenuron-methyl, 250 g/kg) depending on application period in spring wheat crops of local cv Toma and Vasilisa is presented. It is determined that the crop yield varies depending on weeding time and variety competition ability. By herbicide application at 2 crop leaves stage (BBCH 12) weed plants number decreased for 81,1–95,6, the vegetative weight – for 96,5–99,0%, at crop tillering stage (BBCH 25) – for 46,9–64,6 and 76,3–86,3%, accordingly. The highest preserved spring wheat yield has made by herbicide harmony, WDG application at 2 crop leaves stage (BBCH 12) on cv Tamara.

Key words: spring wheat, weeds, efficiency, productivity.

С.В. Сорока¹, А.Р. Цыганов², Л.И. Сорока¹, Н.В. Кабзарь¹

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

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРАМИНИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ

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

Аннотация. Исследованиями установлено, что при засорении посевов озимых зерновых культур однолетними злаковыми сорными растениями эффективно применение гербицидов на основе феноксапроп-П-этилов с антидотами (Гума Супер 7.5, ЭМВ; Фокстрот, ВЭ) при осеннем или весеннем внесении. Гербицид атрибут, ВГ (пропоксикарбазон натрия, 700 г/кг) эффективен также и против порея ползучего. Указанные гербициды включены в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Ключевые слова: озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, тритикале), граминициды, феноксапроп-П-этил, пропоксикарбазон натрия, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. В борьбе со злаковыми сорными растениями изучается большой ассортимент специфических гербицидов – граминицидов. Наиболее часто данные препараты рекомендовались против овсяга. Первоначально были рекомендованы на посевах ячменя и пшеницы почвенные препараты – производные карбаминовой кислоты (карбаматы) – триаллат, 50 % к.э. и авадекс БВ, 480 г/л к.э., действующим веществом которых являлся триаллат, а также послевсходовые препараты на основе аминокислот – суффикс БВ, 20 %, к.э. (д.в. флампроп-М-изопропил) и суффикс Л, 7,2 % к.э. (д.в. флампроп-М-метил) [15].

Триаллаты относятся к избирательным гербицидам и поражают овсяг, слабее – лисохвост [10]. Осеннее и весеннее применение триаллата в норме 2,6 и 3,5 л/га на посевах яровой пшеницы и ячменя под боронование или культивацию обеспечивало гибель сорняков на 95 %, урожайность при этом повышалась на 2,0–3,5 ц/га [15].

Хорошие результаты в борьбе с однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками получены при применении гербицидов фортресс, 14 % м.г.; флютар, 40 % к.э. и флютар, 10 % к.э. (триаллат + трифлуралин) в посевах пшеницы при внесении в почву (с заделкой) до сева или до всходов культуры в нормах

8,6–11,4 кг/га. Гибель овсяга, проса куриного и видов щетинника составляла 86–100%, мари белой, горца вьюнкового, звездчатки средней – 67–82% [16].

В последующем ассортимент гербицидов пополнился многими перспективными препаратами на основе арилоксифеноксипропионовых кислот. В посевах пшеницы против овсяга (гибель 98% и более) хорошие результаты демонстрировал грасп, ВДГ (д.в. тралкоксидим) в норме 1,0 л/га в смеси с ПАВ корвет, иллоксан, 36% и 28,4% (диклофопметил), его аналог продифокс, 36% и 28%. При опрыскивании ими в фазе 2–4 листьев у овсяга и 2–6 листьев у просовидных сорняков в посевах пшеницы в норме 2,5–3,5 л/га, в посевах ячменя (2,5–3,0 л/га) гибель сорняков составила 84–92% и более [15].

Появление новых перспективных препаратов тесно связано с повышением избирательности действия гербицидов для культурных растений. Например, гербицид топик, 8% к.э. (хлоринафоп-пропаргил, 80 г/л + антидот, 20 г/л) в своем составе содержит антидот, обеспечивающий избирательность гербицида для культурного растения. Наглядный пример представляет собой действующее вещество феноксапроп-П-этил. На его основе имеется несколько гербицидных препаратов, которые рекомендованы для борьбы со злаковыми сорняками на посевах двудольных культур. В результате добавки к нему антидота был создан препарат пума Супер 7,5, к.э. (феноксапроп-П-этил + антидот), который применяется на посевах яровой и озимой пшеницы в борьбе со злаковыми сорняками [13].

Однако, значение отдельных злаковых сорняков не одинаково по регионам мира, в том числе и Беларуси. Так, опасный для стран Европы сорняк лисохвост полевой – *Alopecurus pratensis* L. в агроценозах озимых зерновых культур Беларуси встречается крайне редко, но очень сильно распространена метлица обыкновенная – *Apera spica-venti* L., (Beauv) [14, 5, 7, 1, 6, 4].

При применении гербицидов пума Супер, 7,5 к.э. и 100 к.э. в посевах пшеницы гибель всех однолетних злаковых сорняков составляла 95–99%. Практически такой же эффект получен от овсягена Супер, КЭ (феноксапроп-П-этил, 140 г/л + клоквинтосет-метксил, 47 г/л /антидот/). Гербицид в норме 0,8 л/га был эффективен против комплекса однолетних злаковых сорняков – овсяга, проса куриного, щетинников [15], аналогичный эффект получен от овсягена Экстра в Узбекистане на озимой пшенице [12].

Аксиал, КЭ (пиноксаден) – новый класс гербицидов фенилпиразолинов в посевах пшеницы и ячменя (0,7–1,3 л/га) рекомендуется против комплекса однолетних злаковых

сорняков, не зависимо от фазы развития культуры. Разрешен для авиаприменения [2, 12].

На практике обычным является смешанный тип засорения и в этом случае отдельное применение препаратов против двудольных или однодольных сорняков, чаще всего, уступает опрыскиванию посевов баковыми смесями гербицидов (напр., секатор, ВДГ + пума Супер 100, КЭ; элант, КЭ + пума Супер 100, КЭ; гранд, ВК + пума Супер 100, КЭ; гранстар, СТС + пума Супер 100, КЭ и др.), при котором обеспечивается подавление комплекса сорняков на 90 % и выше, а сбор зерна увеличивается на 5,6–14,4 ц/га [15]. Эффективен в борьбе с комплексом сорняков на посевах яровых зерновых и гербицид пума Супер Комби в норме 1,5 л/га. Общая гибель сорняков при его применении составила 96 %, прибавка урожая – 2,7–7,5 ц/га [15].

Высокую эффективность против овсяга, подавления проса куриного и щетинников, а также однолетних двудольных сорняков на посевах пшеницы показал гербицид ассерт, 25 % к.с. (имидазолон). При опрыскивании посевов в фазе 2–3 листьев злаковых сорняков и ранние фазы роста двудольных сорняков в норме 2–2,5 л/га препарат снижал засоренность на 75–80 %, повышал урожайность на 26–38 % [15].

Наиболее значимым в борьбе с комплексом злаковых и некоторых двудольных сорняков было появление на рынке гербицида атрибут, ВГ (пропоксикарбазон натрия), который в посевах многих зерновых культур эффективно уничтожает однолетние и многолетние злаковые, в т.ч. пырей ползучий, а также некоторые однолетние двудольные сорняки (пастушью сумку, горчицу полевую, редьку полевую, подавляет такие сорняки, как ромашку непахучую, звездчатку среднюю, подмаренник цепкий). Хорошо зарекомендовали себя смеси препарата с 2,4-Д, МЦПА, линтуром, диаленом Супер, зенкором, гранстаром, кугаром [10,11].

Цель наших исследований – оценить сравнительную эффективность и определить целесообразность применения гербицидов атрибут, ВГ; пума Супер 7.5, ЭМВ; пума Супер 100, КЭ; фокстрот, ВЭ в посевах озимых зерновых культур в условиях Беларуси.

Методика и методы. В статье представлены данные (2000–2009 гг.) по оценке эффективности граминицидов – атрибут, ВГ (пропоксикарбазон натрия, 700 г/кг), ф. Байер КропСайенс АГ, Германия; пума Супер 7.5, ЭМВ, (феноксапроп-П-этил, 69 г/л + мефенпир-диэтил /антидот/, 75 г/л, ф. Байер КропСайенс АГ, Германия; фокстрот, ВЭ, (феноксапроп-П-этил, 69 г/л + клокви́нто-сет-мексил (антидот), 34,5 г/л), ф. Кеминова А/С, Дания в посевах озимых зерновых культур при осеннем и весеннем применении.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [8, 9] в мелко деляночных опытах на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (ИЗР**) (аг. Прилуки Минского района) и производственных опытах в ОАО «Гастелловское» (Гастелловское**), СПК «Щомышлица» (СПК «Щомышлица») Минского района Минской области, СПК «Щорсы» (СПК «Щорсы»**) Новогрудского района Гродненской области на дерново-подзолистой почве (** – в скобках – сокращения для таблиц).

Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания культур.

Площадь опытных делянок в мелко деляночных опытах составляла 20 м², повторность – четырехкратная, в производственных посевах – 5–10 га в двукратной повторности.

Гербициды вносили в фазе кущения злаковых сорняков на фоне применения гербицидов (фенизан, ВР; диален Супер, ВР; линтур, ВДГ) против двудольных сорняков в фазу кущения культур осенью или весной. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Нормы расхода, годы исследований представлены в таблицах (1–7). Все данные по биологической эффективности гербицидов приведены к контролю без прополки.

При количественно-весовых учетах засоренности брали 2 учетные площадки по 0,25 м² с каждой делянки в мелкоделяночных и 10 – в производственных опытах в соответствии с методическими указаниями [8, 9]. В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [3].

Результаты и их обсуждение. Применение гербицидов пума Супер, 7,5 ЭМВ в норме 1,0–1,6 л/га), фокстрот, ВЭ (0,9–1,0 л/га) как при осеннем, так и при ранневесеннем применении в посевах озимых зерновых культур в разные годы исследований обеспечили высокую эффективность против однолетних злаковых сорняков – снижение их массы составило 65,0–83,4%. Метлица обыкновенная, просо куриное погибали на 80–100%, овсюг обыкновенный – на 70–100% (табл. 1). Менее эффективны гербициды данной группы на мятлик однолетний, так как эффективность колебалась по годам исследований от 0 до 90%, не эффективны против пырея ползучего.

Численность злаковых сорных растений до внесения гербицида фокстрот, ВЭ составляла 30–37 шт/м², численность овсяга пусто-го – 7–10 растений/м² и фаза развития его в момент обработки была 1–2 настоящих листа. Метлица обыкновенная находилась в фазе полного кущения и насчитывалось 12,0–18,0 шт/м².

Таблица 1 – Чувствительность сорных растений к противозлаковым гербицидам в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма расхода, кг (л)/га	Метлица обыкновенная	Мятлик однолетний	Овсюг обыкновенный	Просо куриное	Пырей ползучий
Атрибут, ВГ	0,06	9–10	8–9	10	–	7–9
Пума Супер 100, КЭ	0,8–1	8–10	0	8–10	9–10	–
Пума Супер, 7,5 ЭМВ	0,8–1	8–10	6–8	8–10	8–10	–
Фокстрот, ВЭ	0,8–1	9–10	3–9	7–10	8–10	2

При применении фокстрота (на фоне фенизана, ВР) через месяц после его внесения гибель всех сорных растений составляла 58,0%, их масса уменьшалась на 79,2%, при этом численность метлицы обыкновенной снижалась на 79,3%, ее масса уменьшалась на 79,2%. Эффективного действия гербицида на пырей ползучий не отмечено. В вариантах с применением гербицида фокстрот, ВЭ при весеннем внесении, сохраненный урожай зерна озимого тритикале составил 4,4 ц/га (табл. 2).

Средняя стоимость обработки гербицидами пума Супер 100, КЭ; пума Супер, 7,5 ЭМВ; фокстрот, ВЭ, включая затраты на внесение, составляет примерно 30 долл. США/га, что при переводе на зерновой эквивалент окупаются 2,0 ц озимой пшеницы (в ценах 2016 г.), 3,5 – озимой ржи и 3,8 ц – озимого тритикале. Так как сохраненный урожай зерна указанных озимых зерновых культур в опытах от применения гербицидов составляет 6,1–13,0 ц/га (табл. 3), можно констатировать, что химическая прополка окупается в 1,6–6,5 раз.

Таблица 2 – Действие гербицида фокстрот, ВЭ на засоренность и урожайность озимого тритикале (СПК «Щорсы», 2006 г.)

Показатели		Контроль без прополки		Фокстрот, ВЭ – 1,0 л/га	
		численность сорных растений, шт/м ²	масса сорных растений, г/м ²	Гибель, % к контролю	Снижение массы, % к контролю
Всех сорных растений		122,0	489,2	58,0	79,2
В том числе:	метлицы обыкновенной	27,0	147,5	79,3	88,3
	овсюга	41,0	132,8	62,9	85,2
Урожайность, ц/га		48,3		52,7	
Сохраненный урожай, ц/га		–		4,4	
Рентабельность защиты, раз		–		1,2	

Особое внимание заслуживает гербицид атрибут, ВГ, который в норме 60 г/га эффективно уничтожает метлицу обыкновенную, просо куриное, овсюг – на 90–100 % (табл. 1), при этом на 70–100 % погибает пырей ползучий. Учитывая не высокую стоимость обработки 1 га гербицидом атрибут, ВГ (19,2 долл. США/га) с учетом его внесения окупаются в зерновом эквиваленте в зависимости от культур – 1,4 ц/га озимой пшеницы, 2,4 ц озимого тритикале, а сохраненный урожай зерна указанных культур в опытах от применения гербицида составляет 6,0 ц/га и 9,4 ц/га (табл. 4).

Из литературных данных известно, что гербицид также эффективен против некоторых однолетних двудольных сорняков (пастушьей сумки, горчицы полевой, редьки полевой, подавляет такие сорняки, как ромашку непахучую, звездчатку среднюю, подмаренник цепкий [10, 11] Поэтому нами оценены баковые смеси данного гербицида с гербицидами других групп, как при весеннем, так и осеннем применении.

В баковых смесях эффективность против пырея составила 80–100 %, полностью погибали (КЧ-10) звездчатка средняя, ярутка полевая, метлица обыкновенная, падалица рапса, незабудка, марь белая, на 90–100 % ромашка непахучая, относительно слабым было действие на фиалку полевую (КЧ 6-9), осот полевой (КЧ 5-8). От смесей атрибут + диален, атрибут + зенкор подмаренник цепкий, пикульник обыкновенный погибали на 70–80 % (табл. 5).

Сравнивая стоимость обработки 1 га гербицидами баковых смесей атрибута, ВГ с другими гербицидами (в ценах 2016 г.) с учетом их внесения они окупаются в зерновом эквиваленте в зависимости от культур: 1,7–2,8 ц/га озимой пшеницы, 2,9–5,0 ц/га – озимого тритикале и 2,7–4,6 ц/га – озимой ржи (табл. 6).

В целом их применение экономически целесообразно, так как сохраненный урожай зерна озимых зерновых культур значительно превышает урожай в отношении к не прополотым посевам, при этом рентабельность смесей атрибут, ВГ + секатор Турбо, МД составила 4,1–5,8 раз; атрибут, ВГ + диален Супер, ВР-2,7; атрибут, ВГ + линтур, ВДГ – 1,9 раз. Несколько ниже рентабельность смеси атрибут, ВГ + зенкор, ВДГ – 0,6–1,8 раза (табл. 7).

По результатам исследований в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для защиты посевов озимых зерновых культур от однолетних злаковых сорных растений гербициды атрибут, ВГ в норме 60 г/га, пума Супер 7.5, ЭМВ (1,0–1,6 л/га); фокстрот, ВЭ (в норме 0,9 л/га) разрешены для широкого производственного применения.

Таблица 3 – Эффективность граминцидов в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, л/га, кг/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы злаковых сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Окупаемость, раз
Пума Супер, 7,5 ЭМВ	1,0	Озимая пшеница	2006–2008 (4)	Щомыслица, Га-стелловское, ИЗР	Кущение осенью	71,5	60,1	6,6	3,3
Пума Супер, 7,5 ЭМВ	1,6	Озимая пшеница	2006–2009 (9)	Щорсы, Щомыслица, ИЗР	Кущение весной	83,4	47,2	6,9	3,5
Пума Супер, 7,5 ЭМВ	1,6	Озимое тритикале	2003–2008 (4)	Гастелловское, ИЗР, Щорсы	Кущение весной	65,0	45,1	6,1	1,6
Фокстрот, ВЭ	0,9	Озимая пшеница	2008 (2)	Щорсы	Кущение весной	81,8	51,8	13,0	6,5
Фокстрот, ВЭ	1,0	Озимая пшеница	2008 (2)	ИЗР, Щорсы	Кущение осенью	53,1	62,7	10,8	5,4

Таблица 4 – Эффективность гербицида атрибут в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, л/га, кг/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы злаковых сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Окупаемость, раз
Атрибут, ВГ	0,06	Озимая пшеница	2006–2009 (4)	ИЗР	Кущение осенью	82,4	53,0	6,0	11,3
Атрибут ВГ	0,06	Озимое тритикале	2006 (2)	ИЗР	Кущение осенью	75,2	43,6	9,4	21,6

Таблица 5 – Чувствительность сорных растений к баковым смесям гербицида атрибута, ВГ с другими гербицидами в посевах озимых зерновых культур

Баковая смесь гербицидов	Норма расхода, л/га (л/га)	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Незабудка полевая	Пилульник обыкновенный	Подмаренник цепкий	Осот полевой	Ярутка полевая	Метлица обыкновенная	Падалица	Пырей
Атрибут, ВГ + Секатор Турбо, МД	0,05–1,0	9–10	10	10	8	10	9–10	9–10	7	10	10	10	9–10
Атрибут, ВГ + Диален Супер, ВР	0,05–1,0	9–10	10	10	6–9	10	7–8	7–8	6–8	10	10	10	8–10
Атрибут, ВГ + Линтур, ВДГ	0,05–1,0	9–10	10	10	8–9	10	9–10	8–10	7–8	10	10	10	8–10
Атрибут, ВГ + Зенкор, ВДГ	0,05–1,0	9–10	10	10	6–9	10	7–8	7–8	5	10	10	10	9–10

Таблица 6 - Эффективность баковых смесей атрибута, ВГ другими гербицидами в посевах озимых зерновых культур (в ценах 2016 года).

Баковая смесь гербицидов	Норма расхода, мл/га (мл/га)	Средняя стоимость обработки 1 га, долл. США + 5 долл. на внесение	Окупаемость в зерновом эквиваленте, ц/га**	
			Озимая пшеница	Озимая рожь
Атрибут, ВГ + Секатор Турбо, МД	60+75	23,2	1,7	2,9
Атрибут, ВГ + Диален Супер, ВР	60+500	26,7	1,9	3,3
Атрибут, ВГ + Линтур, ВДГ	60+120	28,4	2,0	3,6
Атрибут, ВГ + Зенкор, ВДГ	60+175	26,6	2,8	5,0

* Стоимость 1 ц зерна озимой пшеницы – 14 долл. США, озимого тритикале – 8 и озимой ржи – 8,5 долл. США (Закупочные цены - <http://mspr.minsk.by/prices/postavlenie15.pdf>) Стоимость гербицидов взята из сайта - Минимальные цены на средства защиты растений в 2016 году (при условии отсрочки платежа - <http://mspr.minsk.by/ceny/market/b7fdb354757f1a7.html>).

Таблица 7 – Эффективность баковых смесей атрибута, ВГ другими гербицидами в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, г, мл/га	Культура	Год исследований (кол-во опытов)	Место исследования	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Рентабельность, раз
Атрибут, ВГ + Секатор Турбо, МД	60 + 75	Озимая пшеница	2006 (1)	ИЗР	Кущение осенью	96,7	53,5	9,9	5,8
Атрибут, ВГ + Секатор Турбо, МД	60 + 75	Озимое тритикале	2006 (1)	ИЗР	Кущение осенью	79,8	43,5	11,9	4,1
Атрибут, ВГ + Диален Супер, ВР	60 + 500	Озимая пшеница	2000 (1)	ИЗР	Кущение весной	86,6	40,5	5,1	2,7
Атрибут, ВГ + Линтур, ВДГ	60 + 120	Озимая пшеница	2000 (1)	ИЗР	Кущение весной	56,6	40,5	3,7	1,9
Атрибут, ВГ + Зенкор, ВДГ	60 + 175	Озимая пшеница	2000–2001 (3)	ИЗР	Кущение осенью	91,0	51,9	5,0	1,8
Атрибут, ВГ + Зенкор, ВДГ	60 + 175	Озимая рожь	2000–2001 (2)	ИЗР	Кущение осенью	89,45	42,3	2,8	0,6
Атрибут, ВГ + Зенкор, ВДГ	60 + 175	Озимое тритикале	2000–2001 (2)	ИЗР	Кущение осенью	58,8	68,8	3,5	0,7

Заключение. Таким образом, при засорении посевов озимых зерновых культур однолетними злаковыми сорными растениями целесообразно применение гербицидов на основе феноксапроп-П-этила: пума Супер 7,5, ЭМВ (1,0–1,6 л/га); фокстрот, ВЭ, (в норме 0,9 л/га), при этом метлица обыкновенная, просо куриное погибают на 80–100 %, овсюг – на 70–100 %.

Средняя стоимость обработки гербицидами данной группы, включая затраты на внесение составляет примерно 30 долл. США/га, что при переводе на зерновой эквивалент окупаются 2,0 ц озимой пшеницы (в ценах 2016 г.), 3,5 – озимой ржи, 3,8 ц озимого тритикале. Так как сохранный урожай зерна указанных озимых зерновых культур в опытах от применения гербицидов составляет 6,1–13,0 ц/га, можно констатировать, что химическая прополка окупается в 1,6–6,5 раз.

Гербицид атрибут, ВГ в норме 60 г/га эффективно уничтожает метлицу обыкновенную, просо куриное, овсюг – на 90–100 %, при этом на 70–100 % погибает пырей ползучий. Учитывая не высокую стоимость обработки 1 га гербицидом атрибут, ВГ – 19,2 долл.США/га с учетом его внесения окупаются в зерновом эквиваленте в зависимости от культур – 1,4 ц/га озимой пшеницы, 2,4 ц озимого тритикале, а сохранный урожай зерна указанных культур в опытах от применения гербицида составляет 6,0 ц/га, озимой тритикале – 9,4 ц/га (табл. 4). Гербицид эффективно можно использовать в баковых смесях с секатором Турбо, МД, диаленом Супер, ВР, линтуром, ВДГ, зенкором.

Список литературы

1. Андреев, А.С. Видовой состав, распространение и вредоносность сорняков в посевах озимой пшеницы в БССР / А.С. Андреев, С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Общие проблемы биогеоценологии: тез. докл. 2-го Всесоюз. совещ. (11–13 ноября 1986 г., Москва). – М., 1986. – Ч. 2. – С. 123.
2. Браилко, А.А. Аксиал-эффективный, надежный, гибкий / А.А. Браилко // Главный агроном. – 2015. – №4. – С. 19.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. –М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Засоренность основных культур в БССР/ В.В. Агейчик [и др.] // Обзор распространения вредителей, болезней сельскохозяйственных культур и сорняков в 1990 году и прогноз их появления в 1991 году в Белорусской ССР / Белорус. НИИ защиты растений, Респ. лабор. прогнозов и диагностики вредителей и болезней растений БССР; науч. ред. В.Ф. Самерсов. – Минск, 1991. – С. 100–115.
5. Засоренность полей в Белоруссии / А.С. Андреев // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии: тез. докл. науч. – произв. конф. – Рига, 1983. – Ч. 3. – С. 7–9.
6. Интегрированная система защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков / В.Ф. Самерсов [и др.] // Защита сельскохозяйственных культур при интенсивных технологиях их возделывания: рекомендации.– Минск, 1986. – С. 19–36.
7. Комплексные методы борьбы с устойчивыми видами сорняков в посевах зерновых культур в БССР / А.С. Андреев [и др.]. – Минск: БелНИИНТИ, 1984. – 40 с. – (Обзорная информация / Белорус. НИИ науч. - техн. информ. Сер. сел. хоз-во).

8. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – Москва, 1981 г. – 46 с.
9. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская крупная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
10. Миренков, Ю.А. Химические средства защиты растений: произв.– практ. изд. / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич, С.В. Сорока. – Минск: Триолета, 2006. – 336 с.
11. Миренков, Ю.А. Химические средства защиты растений: справочник / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич, С.В. Сорока.– 2-е изд., перераб. и доп.- Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2011. – 394 с.
12. Очилов, Р.О. Овсюген Экстра на озимой пшенице в Узбекистане / Р.О. Очилов, А.У. Сагдуллаев, Н.М. Турдиева // Защита и карантин растений. – 2015. – № 10. – С. 29–30.
13. Петунова, А.А. Перспективный ассортимент гербицидов в борьбе с устойчивыми к 2,4-Д видами сорняков на посевах зерновых культур / А.А. Петунова, Т.А. Маханькова, Е.И. Кириленко // Проблема засоренности посевов в Балтийском регионе в современных условиях сельского хозяйства: тр. междунар. конф., Каунас – Академия, 28–29 июня 1995. – Вильнюс, 1995. – С. 191–198.
14. Самерсов, В.Ф. Фитосанитарная ситуация агрофитоценозов Беларуси и пути ее оптимизации / В.Ф. Самерсов // Ахова раслін. – 1999. – № 2–3. – С. 4–5.
15. Системы применения гербицидов в Приморском крае / В.Н. Мороховец и [др.] // Научно–обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч.–произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005. – С. 422–463.
16. Современный ассортимент гербицидов на посевах яровой пшеницы и ячменя / А.А. Петунова [и др.] // 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. 45–48.

S.V. Soroka¹, A.R. Tsyganov², L.I. Soroka¹, N.V. Kabzar¹

¹RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

²Belarusian National Technical University, Minsk

GRAMINICIDES EFFICIENCY IN WINTER GRAIN CROPS IN BELARUS

Annotation. It is determined by researches that at winter grain crops weed infestation by annual grass weeds the application of herbicides based on phenoxyprop-P-ethyls with antidotes (Puma SUPER 7.5, OWE; Foxstrot, WE) by autumn or spring application is effective. The herbicide attribute, WG (sodium propoxycarbazon, 700 g/kg) also is effective against *Agropyron repens*. The indicated herbicides are included into the “State register of plant protection products (pesticides) and fertilizers, allowed for application on the territory of the Republic of Belarus”.

Key words: winter grain crops (wheat, rye, triticale), graminicides, phenoxyprop-P-ethyl, sodium propoxycarbazon, biological and economic efficiency.

**С.В. Сорока¹, А.Р. Цыганов², Л.И. Сорока¹, Р.В. Корпанов¹,
Н.В. Кабзарь¹**

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

² Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИННОЙ ГРУППЫ В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

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

Аннотация. Установлено, что при засорении посевов озимых зерновых культур однолетними двудольными сорными растениями, устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х в Беларуси целесообразно применение как осенью по вегетации культур, так и весной, гербицидов сульфониломочевинной группы (действующие вещества хлорсульфурон, метсульфурон-метил, трибенурон-метил, тифенсульфурон-метил), а также некоторых их заводских смесей. На основании результатов исследований по изучению биологической эффективности данные гербициды включены в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь» для широкого производственного применения.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, тритикале) гербициды сульфониломочевинной группы (хлорсульфурон, метсульфурон-метил, трибенурон-метил, тифенсульфурон-метил), биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. В начале 80-х годов прошлого века на пестицидном рынке СССР, в т.ч. и Беларуси, появилось новое поколение гербицидов из класса производных сульфониломочевины, и, особенно, весьма эффективного, но достаточно стойкого в окружающей среде препарата глин, 75 % с.т.с. (д.в. хлорсульфурон), что в значительной мере изменило тактику и стратегию применения средств борьбы с сорняками [19].

Глин, 75 % с.т.с. в нормах расхода 15–20 г/га эффективно уничтожал практически все однолетние двудольные сорняки в посевах зерновых культур и льна, но в течение 1,5–2 лет его остаточные количества в почве с нейтральной реакцией почвенного раствора сохраняли свое действие на сельскохозяйственные растения, поражая свеклу, рапс, клевер и многие другие двудольные культуры [8, 16, 17, 18, 21, 22].

К середине 80-х гг. арсенал сульфонилмочевинных гербицидов значительно пополнился. Сельскому хозяйству были предложены метсульфурон-метил, трибенурон-метил, тифенсульфурон-метил, а также смеси метсульфурон-метила и трибенурон-метила для борьбы с сорняками в посевах зерновых культур, а также никосульфурон, этаметсульфурон-метил, римсульфурон для борьбы с сорняками в посевах кукурузы, сои и других культур [21].

Данные препараты имеют низкую норму расхода, активность при температуре 5–10°C, широкий спектр действия и диапазон сроков внесения (осенью, весной), благоприятные токсикологические, экологические и экономические данные, с успехом могут использоваться в современных интегрированных системах защиты озимых и яровых зерновых, кукурузы, льна, картофеля, свеклы и других культур [19].

Следует учитывать, что использование сульфонилмочевинных гербицидов в посевах озимых может быть достаточно эффективным при условии четкого соблюдения регламентов их применения и объективной оценки засоренности. При решении вопроса о целесообразности использования того или иного гербицида необходимо учитывать ряд параметров, специфичных для конкретных условий внесения. В качестве наиболее важного критерия при выборе гербицида нужно использовать степень засоренности поля и видовой состав сорняков. Кроме того, желательно учитывать уровень агротехники и погодные условия года [2].

В засушливые годы и засушливой зоне сорные растения более устойчивы к действию гербицидов, во влажные годы у растений формируется более нежная и восприимчивая ткань к гербицидам [4, 5]. Поэтому погодные условия также влияют на селективность гербицидов. Например, листья гороха покрыты гладкой кутикулой и плохо смачиваются водными растворами гербицидов, тем не менее, если растения обрабатываются, когда они влажные от росы, тумана, дождя или при высокой влажности воздуха, почвы, возможно повреждение растений гороха.

По заключению А.С. Голубева и др., 2005, наиболее выровненной биологической эффективности при использовании гербицидов на основе сульфонилмочевин в условиях Северо-Западного региона России можно добиться при средней засоренности поля (100–200 шт./м²), когда видовой состав сорняков преимущественно складывается из однолетних двудольных видов с небольшим количеством многолетников [2].

Их внедрение в практику сопровождалось большим количеством положительных результатов. Так, в борьбе с бодяком полевым,

щирицей, дымянкой лекарственной и др. на пшенице и ячмене перспективны гербициды на основе метсульфурон-метила – ларен, СП, грэнч, СП, магнум, СП (600 г/кг). Результаты, полученные в КНИИСХ, свидетельствуют об их высокой избирательности для зерновых – от стадии 2–3 листьев до конца кущения, высокой эффективности при низких нормах расхода – 10 г/га против бодяка полевого (80–90%), а также щирицы, мари белой (90–95%), но низкой активности против вьюнка полевого [12].

В Поволжье биологическая эффективность гербицидов рад-жметсол, СП и метурон, ВДГ (10 г/га) в посевах зерновых составила 89,7–94,8% против малолетних и многолетних двудольных сорняков, сохраненный урожай составил 3,1–5,2 ц/га [14].

В Московской области от применения гранстара, 75% с.т.с. (трибенурон-метил) в норме 30 г/га и ковбоя, 40% в.г.р. (дикамба, 368 г/л+хлорсульфурон, 17,5 г/л) в норме 0,2 л/га гибель сорняков составила 73–98%, прибавки урожая ярового ячменя по зерновому предшественнику, соответственно, 5 и 1,6 ц/га, по картофелю – 3,8 и 3,1 ц/га [13]. Высокую эффективность обеспечили гранстар Про, гранстар Ультра в Ростовской области в посевах озимой пшеницы [9].

При применении гранстара в норме 20 г/га гибель сорняков к уборке составила 62% [15]. Следует отметить, что при добавке к гранстару ПАВ Тренд 90 возможно снижение максимальной нормы расхода гербицида до 15 г/га. В Украине в посевах ярового ячменя установлено, что нормы расхода гранстара, 75% с.т.с. можно снизить на 20% от полной без снижения эффективности в баковой смеси с альфа клеом, биосилом или удобрением – мочевиной K_2 [7].

Хорошие результаты (гибель сорняков до 80% и более) получены при сочетании гранстара (10–15 г/га) с 2,4-Д, 40% в.к. (0,75–1,0 л/га). Против бодяка полевого гранстар целесообразно применять в повышенных нормах внесения (20 г/га и более) в фазе кущения зерновых. Гранстар считается наиболее безопасным препаратом из производных сульфонилмочевины [1, 14, 19].

Эффективно применение хармони, 75% с.т.с. (тифенсульфурон-метил) – 10 г/га + ПАВ Тренд 90 – 0,2 л/га – засоренность яровой пшеницы снизилась на 82% и урожайность зерна повысилась на 3,2 ц/га (в контроле 14,0 ц/га) [14].

Гербицид логран, ВДГ (триасульфурон) в норме 7,5–20 г/га эффективно подавлял при до- или послевсходовом применении фиалку полевую, подмаренник цепкий, пикульник, звездчатку, ромашку и др. При применении лограна в норме 10 г/га получена прибавка урожая зерна 3,9 ц/га, смеси лограна (8 г/га) с банвелом (дикамба (0,15 л/га)) – 4,5 ц/га [16, 20].

Производству был предложен и такой гербицид, как гродил, 75 % в.д.г. (амидосульфурон) для борьбы с двудольными сорняками, в том числе устойчивыми к 2,4-Д, 2М-4Х и диалену в посевах зерновых культур [21]. Так, в посевах ячменя, засоренных преимущественно подмаренником цепким и крестоцветными сорняками, гродил, 75 % в.д.г. в норме 20 г/га уничтожил подмаренник практически на 100 % [16].

Цель наших исследований – оценить сравнительную эффективность и определить целесообразность применения гербицидов сульфонилмочевинной группы в посевах озимых зерновых культур в Беларуси.

Методика и методы. В статье представлены данные (2000–2015 гг.) по оценке эффективности гербицидов сульфонилмочевинной группы в посевах озимых зерновых культур (табл. 1).

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [10, 11] в мелко деляночных опытах на опытном поле РУП «Институт защиты растений» и производственных опытах (табл. 2) на дерново-подзолистой почве. Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания культур. Нормы расхода, годы исследований представлены в таблицах (3–10).

Площадь опытных делянок в мелко деляночных опытах составляла 20 м², повторность – четырехкратная, в производственных посевах – 5–10 га в двукратной повторности. Гербициды вносили весной или осенью в фазе кущение культур. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

При количественно-весовых учетах засоренности брали 2 учетные площадки по 0,25 м² с каждой делянки в мелко деляночных и 10 – в производственных опытах в соответствии с методическими указаниями. В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение. Гербициды сульфонилмочевинной группы входили в схемы 139 опытов в посевах озимых пшеницы, ржи и тритикале.

Биологическая эффективность гербицидов на основе хлорсульфурина (в 10 опытах) при ранневесеннем применении в посевах озимых зерновых культур в разные годы исследований отличалась не значительно и составила 79,6–91,6% снижения массы сорных растений (табл. 3). Ромашка непахучая, пастушья сумка, незабудка полевая, пикульник обыкновенный, падалица рапса, бодяк полевой погибали на 90–100 % (коэффициент чувствительности 9–10).

Таблица 1 – Перечень гербицидов по изучению эффективности по теме статьи

Сокращения в статье	Данные о гербициде по регистрации («Государственный реестр») [3]
Гербициды на основе хлорсульфурана	
Кортес, СП	Хлорсульфурон, 750 г/кг, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Ленок, ВРГ	Хлорсульфурана кислоты, 790 г/л, ЗАО «Гербицид-холдинг», Россия
Логран, ВДГ	Триасульфурон, 750 г/кг, ф. Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария
Санифлор, ВГ	Хлорсульфурана кислоты, 790 г/кг, ООО «Агрозащита плюс», Беларусь, Ningbo Lido International Incorporation Co., Ltd, Китай
Гербициды на основе трибенурон-метила	
Гранстар, 75 % с.т.с.	Трибенурон-метил, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Гюрза, СП	Трибенурон-метил, 750 г/кг, ООО «Лазорик – Дон», Россия
Тамерон, 75 % в.д.г.	Трибенурон-метил, ООО «Агрозащита плюс», Беларусь, Ningbo Lido International Incorporation Co., Ltd., Китай
Трибун, СТС	Трибенурон–метил, 750 г/кг, ООО «Агро Эксперт Груп», Россия, ф. «Agro Expert Group» Kft., Венгрия
Фортис, ВДГ	Трибенурон-метил, 750 г/кг, ООО «Агрошилд Кемикалс», Россия
Гербициды на основе метсульфурон-метила	
Аккурат, ВДГ	Метсульфурон-метил, 600 г/кг, ф. Кеминова А/С, Дания
Ларен ПРО, ВДГ	Метсульфурон-метил, 600 г/кг, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Ларен, СП	Метсульфурон-метил, 600 г/кг, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Магнум, ВДГ	Метсульфурон-метил, 600 г/кг, ЗАО Фирма «Август», Россия
Метурон, ВДГ	Метсульфурон-метил, 600 г/кг, ООО «Форвард», Россия
Раджметсол, СП	Метсульфурон-метил, 200 г/кг, ООО «Лазорик - Дон», Россия
Заводские смеси гербицидов сульфониламочевинной группы	
Агростар, ВДГ	Тифенсульфурон-метил, 545 г/кг + метсульфурон-метил, 164 г/кг, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Аккурат ЭКС-ТРА, ВДГ	Метсульфурон-метил, 70 г/кг + тифенсульфурон-метил, 680 г/кг, ф. Кеминова А/С, Дания
Эллай лайт, ВДГ	Метсульфурон-метил, 391 г/кг + трибенурон-метил, 261 г/кг, ф. Дюпон Интернешл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Хармони ЭКС-ТРА, ВДГ	Тифенсульфурон-метил, 500 г/кг + трибенурон-метил, 250 г/кг, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария
Хармони, 75 % с.т.с.	Тифенсульфурон-метил, ф. Дюпон Интернэшнл Оперейшнз Сарл, Швейцария

Таблица 2 – Список хозяйств, в которых проводили исследования по оценке биологической эффективности гербицидов

Сокращения в статье	Месторасположение хозяйства
Восход	РУЭОСХП «Восход» Минского района Минской области
ИЗР	РУП «Институт защиты растений», Минского р-на Минской области
Лучники	СПК «Агрофирма «Лучники»», Слуцкого р-на Минской области
Щомыслица	СПК «Щомыслица» Минского района Минской области
Щорсы	СПК «Щорсы» Новогрудского района Гродненской области

Коэффициент чувствительности (КЧ) к группе данных гербицидов звездчатки средней, мари белой, фиалки полевой, горца вьюнкового, ярутки полевой, подмаренника цепкого составляет 6–10, т.е. снижение вегетативной массы на 60–100% (табл. 4). Менее эффективны гербициды данной группы на василек синий – гибель 50–100%. Недостаточным действием обладают гербициды на осот полевой (из корнеотпрысков), в тоже время всходы погибают на 80–100%. Сохраненный урожай зерна пшеницы составил 5,3–7,8 ц/га (9,4–15,1%), озимого тритикале 6,4 ц/га или 13,4% (табл. 3).

Биологическая эффективность гербицидов на основе трибенурон-метила (в 54 специальных опытах) при применении в нормах расхода 0,01–0,015–0,02 кг/га в посевах озимых зерновых культур в разные годы исследований также отличалась не значительно. Так, снижение вегетативной массы сорных растений в посевах озимой пшеницы при весеннем применении гербицидов данной группы составила 72,8–93,0% (табл. 5). Сохраненный урожай зерна озимой пшеницы колебался по годам исследований от 5,7 до 7,3 ц/га, что составляет 10,0–16,4%. При осеннем применении гербицидов в посевах озимой пшеницы общее вегетативная масса сорных растений уменьшилась на 66,3–85,6%. При этом величина сохраненного урожая была равна 6,1–7,9 ц/га (11,0–14,5%).

Биологическая эффективность гербицидов при весеннем внесении в посевах озимого тритикале составила 54,0–91,2%, при осеннем внесении – 89,1–89,3%. При весенней прополке посевов озимого тритикале величина сохраненного урожая составила 4,1–7,1 ц/га, при осенней – 7,0–8,2 ц/га или 9,4–19,5% и 22,7–26,5% соответственно.

На 85,3% уменьшалась масса сорных растений при внесении гербицидов данной группы в посевах озимой ржи осенью, что позволило сохранить 3,5 ц/га зерна (табл. 5).

Таблица 3 – Эффективность гербицидов на основе хлорсульфурона в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, г/га	Культура	Год исследования (конт-опытов)	Место исследования	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай (среднее), %
Картес, 70% с.п.	7	Озимая пшеница	2001(2)	ИЗР	Кущение весной	91,6	69,5	7,5	10,8
Ленок, ВРГ	6,8	Озимая пшеница	2001, 2006 (4)	ИЗР	Кущение весной	86,1	56,3	5,3	9,4
Логран, ВДГ	10,5	Озимое тритикале	2003 (2)	ИЗР	Кущение весной	79,6	47,9	6,4	13,4
Санифлор, ВГ	4,8	Озимая пшеница	2006 (2)	ИЗР	Кущение весной	84,9	51,7	7,8	15,1

Таблица 4 – Чувствительность сорных растений к хлорсульфурону

Гербицид	Норма расхода, г/га	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Незабудка полевая	Пилульник обыкновенный	Подмаренник цепкий	Бодяк полевой	Осот полевой	Гореч виюн-ковый	Василек синий	Падалица
Кортес, СП	6–8	9–10	7–10	9–10	6–9	9–10	9–10	8–10	8–10	9–10	1–9	9–10	5–7	8–10
Ленок, ВРГ	8–10	9–10	8–10	9–10	6–9	9–10	9–10	9–10	7–10	8–10	8–10	6–10	6–7	9–10
Логран, ВДГ	6,5–12	9–10	9–10	7–8	9–10	9–10	9–10	9–10	–	–	–	6–9	9–10	9–10
Санифлор, ВГ	8–10	9–10	9–10	9–10	7–8	9–10	9–10	8–9	7–9	9–10	2–3	8–10	5–7	8–10

Таблица 5 – Эффективность гербицидов на основе трибенурон-метила в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, кг, л/га	Культура	Год исследований (количество опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай (среднее), %
Гранстар, 75 % с.т.с.	0,015	Озимая пшеница	2001–2007 (2)	ИЗР	Кущение осенью	84,7	55,5	6,1	11,0
Гранстар, 75 % с.т.с.	0,01	Озимая пшеница	2000–2009 (21)	ИЗР, Щомыслица, Лучинки, Восход	Кущение весной	72,8	57,8	5,8	10,0
Гранстар, 75 % с.т.с.	0,02	Озимое тритикале	2001–2006 (5)	ИЗР, Восход, Щомыслица	Кущение весной	69,5	43,4	4,1	9,4
Гранстар, 75 % с.т.с.	0,015	Озимая рожь	2001 (1)	ИЗР	Кущение осенью	85,3	38,4	3,5	9,1
Гранстар, 75 % с.т.с. + ПАВ Тренд 90	0,01 + 0,2	Озимая пшеница	2008 (1)	ИЗР	Кущение осенью	85,6	54,4	7,9	14,5
Гранстар, 75 % с.т.с. + ПАВ Тренд 90	0,02+0,2	Озимая пшеница	2004–2009 (6)	ИЗР	Кущение весной	81,1	51,9	7,3	14,1
Гюрза, СП	0,02	Озимое тритикале	2005 (2)	ИЗР	Кущение весной	63,2	36,5	7,1	19,5
Тамерон, 75 % в.д.г.	0,02	Озимая пшеница	2007–2009 (4)	ИЗР, Восход	Кущение осенью	66,3	57,4	6,5	11,3
Тамерон, 75 % в.д.г.	0,02	Озимая пшеница	2003 (2)	ИЗР	Кущение весной	84,2	48,4	5,7	11,8

Окончание таблицы 5

Гербицид	Норма вне-сения, кг, л/га	Культура	Год ис-следования (количество опытов)	Место ис-следования	Срок вне-сения	Сни-жение массы сорня-ков, % (среднее)	Средняя урожай-ность, ц/га	Сохра-ненный урожай (сред-нее), ц/га	Сохра-ненный урожай (сред-нее), %
Тамерон, 75% в.д.г.	0,02	Озимое тритикале	2007 (1)	Щорсы	Кушение осенью	89,1	30,9	7,0	22,7
Тамерон, 75% в.д.г.	0,02	Озимое тритикале	2005 (2)	ИЗР	Кушение весной	54,0	36,6	7,0	19,1
Тамерон, 75% в.д.г. + ПАВ 100	0,015-0,02+0,2	Озимая пшеница	2007 (2)	ИЗР	Кушение осенью	74,7	60,0	6,7	11,2
Тамерон, 75% в.д.г. + ПАВ 100	0,02 +0,2	Озимое тритикале	2007 (1)	Щорсы	Кушение осенью	89,3	30,9	8,2	26,5
Трибун, СТС	0,02	Озимая пшеница	2006 (1)	Щомыслица	Кушение весной	80,5	62,8	7,1	11,3
Фортис, ВДГ	0,02	Озимая пшеница	2006 (2)	Щомыслица	Кушение весной	93,0	40,2	6,6	16,4
Фортис, ВДГ	0,015	Озимое тритикале	2005 (1)	Щомыслица	Кушение весной	91,2	39,5	5,2	13,2

Коэффициент чувствительности (КЧ) к гербицидам на основе трибенурон-метила ромашки непахучей, звездчатки средней, пастушьей сумки, незабудки полевой, пикульника обыкновенного, бодяка полевого составил 8–10 (данные сорные растения погибали на 80–100%). Несколько ниже отмечен коэффициент чувствительности у фиалки полевой (табл. 6).

На основании специальных 38 опытов установлено, что биологическая эффективность гербицидов на основе метсульфурун-метила, как при осеннем, так и весеннем применении в посевах озимых зерновых культур в разные годы исследований отличалась и составляла 58,7–97,5% снижения вегетативной массы сорных растений. Сохраненный урожай зерна озимых зерновых культур колебался по годам исследований от 3,4 до 8,4 ц/га и зависел от уровня урожайности (табл. 7). При этом ромашка погибла на 90–100% (коэффициент чувствительности 9–10), звездчатка средняя, незабудка полевая, пикульник обыкновенный, ярутка полевая, падалица рапса погибали на 80–100% (коэффициент чувствительности 8–10), марь белая, подмаренник цепкий, бодяк полевой, горец вьюнковый – на 60–100% (КЧ 6–10). Недостаточным действием обладают данные гербициды на осот полевой (из корнеотпрысков), в то же время всходы погибают на 80–100% (табл. 8).

Биологическая эффективность гербицидов на основе тифенсульфурун-метила (в 37 специальных опытах) при применении в посевах озимых зерновых культур в разные годы исследований отличалась не значительно. Снижение вегетативной массы сорных растений в посевах озимой пшеницы при весеннем применении гербицидов данной группы составила 62,8–91,9%. Сохраненный урожай зерна озимой пшеницы колебался по годам исследований от 4,7 до 9,3 ц/га, что составляет 9,0–20,9%. При осеннем применении гербицидов в посевах озимой пшеницы общая вегетативная масса сорных растений уменьшилась на 96,8%, в посевах озимой ржи – на 87,8%. При этом величина сохраненного урожая была равна 6,4 ц/га (15,8%) и 3,2 ц/га (7,3%) соответственно (табл. 9). Биологическая эффективность гербицидов при весеннем внесении в посевах озимого тритикале составила 69,0–73,1%, то позволило сохранить 3,3–5,0 ц/га зерна (табл. 9).

Коэффициент чувствительности (КЧ) к гербицидам на основе тифенсульфурун-метила ромашки непахучей, звездчатки средней, пастушьей сумки, незабудки полевой, пикульника обыкновенного, ярутки полевой, падалицы рапса составил 8–10 (данные сорные растения погибали на 80–100%) (табл. 10).

Таблица 6 – Чувствительность сорных растений к трибенурон-метилу

Гербицид	Норма расхода, г/га	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Незабудка полевая	Пикульник обыкновенный	Подмаренник цепкий	Бодяк полевой	Осот полевой	Горцы вьюнковые	Василек синий	Падалица папса
Гранстар, 75% с.т.с.	10–25	9–10	9–10	9–10	6–9	8–10	8–10	8–10	7–10	9–10	8–10	8–9	8–9	7–8
Гюрга, СП	15–20	10	9–10	9–10	6–7	8–10	8–9	8–9	8–10	8–9	8–9	8–9	8–9	7–8
Тамерон, 75% в.д.г.	15–25	9–10	9–10	9–10	6–9	9–10	9–10	9–10	6–8	8–10	5–7	6–10	5–7	9–10
Трибун, СТС	15–20	8–10	9–10	9–10	2–6	8–10	7–8	9–10	10	8–10	8–9	8–9	7–9	7–8
Фортис, ВДГ	15–25	10	9–10	9–10	6–7	8–10	8–9	8–9	9–10	8–9	9–10	9–10	9–10	7–8

Таблица 7 – Эффективность гербицидов на основе метсульфурон-метила в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, г/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследования	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Урожайность, ц/га (среднее)	Сохраненный урожай, ц/га (среднее)	Сохраненный урожай, % (среднее)
Аккурат, ВДГ	10	Озимая пшеница	2003, 2006, 2008 (3)	ИЗР, Щорсы	Кущение весной	92,1	52,2	6,9	13,2
Аккурат, ВДГ	10	Озимое тритикале	2003, 2006 (2)	Восход, ИЗР	Кущение весной	63,8	41,2	5,7	13,8
Ларен, ВДГ	9	Озимая пшеница	2004 (2)	ИЗР	Кущение весной	64,2	52,5	6,0	11,4
Ларен, 60% с.п.	9	Озимая пшеница	2000–2006(9)	ИЗР, Щомыслица	Кущение весной	75,4	60,6	4,9	8,1
Ларен, 60% с.п.	9	Озимое тритикале	2001–2003 (3)	ИЗР	Кущение весной	84,4	62,9	7,7	12,2
Ларен, 60% с.п.	9	Озимая рожь	2001(2)	ИЗР	Кущение осенью	97,5	38,4	3,4	8,9
Ларен, 60% с.п.	9	Озимая пшеница	2001–2004, 2007 (5)	ИЗР	Кущение осенью	94,3	52,4	6,1	11,6
Магнум, ВДГ	11	Озимая пшеница	2002–2006 (4)	ИЗР	Кущение весной	88,6	78,6	4,7	6,0
Магнум, ВДГ	9	Озимая пшеница	2004 (2)	ИЗР	Кущение осенью	84,2	49,0	5,5	11,2
Метурун, ВДГ	10	Озимая пшеница	2006 (1)	ИЗР	Кущение весной	81,7	53,3	8,4	15,8
Метурун, ВДГ	10	Озимая пшеница	2007 (1)	Щомыслица	Кущение осенью	58,7	31,9	7,5	23,5
Раджметсол, СП	22,5	Озимая пшеница	2002 (2)	ИЗР	Кущение весной	87,8	78,6	6,8	8,7
Раджметсол, СП	22,5	Озимая пшеница	2007 (2)	ИЗР	Кущение осенью	91,9	64,2	6,5	10,1

Таблица 8 – Чувствительность сорных растений к метсульфурон-метилу

Гербицид	Норма расхода	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Незабудка по- левая	Пикльщик обыкновенный	Подмаренник цепкий	Бодяк полевой	Осот полевой	Горьчак вьюнок- вый	Ярутка полевая.	Падалица папса
Аккурат ВДГ	8–10	9–10	8–10	9–10	5–9	7–10	8–10	8–10	6–10	7–9	5–9	7–9	8–10	8–10
Ларен ПРО, ВДГ	8–10	8–10	10	9–10	9–10	10	8–10	–	5–9	7–10	6–9	9–10	9	8
Ларен, СП	8–10	9–10	9–10	5–9	8–9	8–10	10	8–10	6–9	10	10	8–9	9–10	8
Магнум, ВДГ	8–10	9–10	8–10	9–10	8–9	9–10	–	8–10	6–7	7–10	5–7	7–9	8–10	–
Метурон, ВДГ	8–10	9	9	9–10	8–9	9	10	–	7	–	–	–	9	–
Раджметсол, СП	8–10	9	9	9–10	8–9	7–9	10	8	7	8	8	8	10	9

Таблица 9 – Эффективность гербицидов на основе тифенсульфурон-метила в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, г, мг/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай (среднее), %
Хармони, 75 % с.т.с.	20	Озимая пшеница	2008–2009 (4)	ИЗР	Кущение весной	74,9	56,4	7,6	13,5
Хармони экстра, ВГ	40	Озимая пшеница	2004–2009 (5)	ИЗР	Кущение весной	81,5	52,2	4,7	9,0
Хармони экстра, ВГ	40	Озимое тритикале	2005 (3)	ИЗР	Кущение весной	69,0	47,3	5,0	10,6
Хармони экстра, ВДГ + ПАВ Тренд 90	30+200	Озимое тритикале	2005 (3)	ИЗР	Кущение весной	73,1	47,3	4,3	9,1
Хармони экстра, ВДГ+ ПАВ Тренд 90	45+200	Озимая пшеница	2006 (4)	Щомыслица	Кущение осенью	96,8	40,5	6,4	15,8
Хармони экстра, ВДГ+ ПАВ Тренд 90	45+200	Озимая рожь	2006 (4)	Щомыслица	Кущение осенью	87,8	44,0	3,2	7,3
Аккурат Экстра, ВДГ	30	Озимая пшеница	2006–2008 (4)	Щорсы, ИЗР	Кущение весной	91,8	57,4	7,9	13,8
Аккурат Экстра, ВДГ	30	Озимое тритикале	2006 (2)	Восход	Кущение весной	69,3	26,8	3,3	12,3
Эллай лайт, в.д.г.	7	Озимая пшеница	2006 (2)	Щомыслица	Кущение весной	91,9	54,6	6,7	12,3
Эллай лайт, в.д.г. + ПАВ Тренд 90	7+200	Озимая пшеница	2006 (2)	Щомыслица	Кущение весной	87,6	54,6	7,4	13,6
Агростар, ВДГ	16,5	Озимая пшеница	2005 (2)	ИЗР	Кущение весной	62,8	44,4	7,2	16,2
Агростар, ВДГ – 18 г/га + ПАВ Тренд 90	16,5+200	Озимая пшеница	2005 (2)	ИЗР	Кущение весной	20,1	44,4	9,3	20,9

Таблица 10 – Чувствительность сорных растений к тифенсульфурион-метилу

Гербицид	Норма расхода, да, г, мг/га	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Незабудка полевая	Пикльщик обыкновенный	Подмаренник цепкий	Бодяк полевой	Осот полевой	Горьчак выюнко-Вийн	Ярутка полевая	Падалица папса
Агростар, ВДГ	15–18	9–10	-	-	4–9	-	-	-	-	-	9–10	-	-	-
Хармони экстра, ВДГ	40–50	8–9	9–10	8–9	3–8	9–10	-	8–10	6–9	8–9	7–9	9	9–10	9–10
Хармони экстра, ВДГ+ ПАВ Тренд 90	40–50 + 200	10	10	9–10	8–10	-	10	-	10	-	0–6	-	-	-
Хармони, 75 % с.т.с.	20–25	8–10	9–10	10	2–6	8–10	9–10	9–10	6–7	1–3	3–8	6–10	9–10	9–10
Эллай лайт, ВДГ	6–8	10	-	-	7–10	-	9–10	-	-	-	10	-	-	-
Эллай лайт, ВДГ + ПАВ	6–8 + 200	10	-	-	8–10	-	10	-	-	-	10	-	-	-

Средняя стоимость гербицидов сульфонилмочевинной группы составляет 20–25 долл. США/га, включая затраты на внесение, в зерновом эквиваленте они окупаются 1,4–1,8 ц/га озимой пшеницы (в ценах 2016 г.), 2,4–2,9 – озимой ржи и 2,5–3,1 ц/га озимого тритикале. Так как сохраненный урожай зерна указанных озимых зерновых культур в опытах от применения гербицидов на основе хлорсульфурина составляет 5,3–7,8 ц/га (табл. 3), трибенурон-метила – 4,1–8,2 (табл. 5), метсульфурон-метила – 3,4–8,4 ц/га (табл. 7) и тифенсульфурон-метила – 3,3–9,3 ц/га (табл. 9) можно констатировать, что химическая прополка окупается в один и более раз.

Заключение. Таким образом, при засорении посевов озимых зерновых культур однолетними двудольными сорными растениями, устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д, 2М-4Х в Беларуси целесообразно применение как осенью по вегетации культур, так и весной гербицидов сульфонилмочевинной группы, содержащих хлорсульфурон (кортекс, СП; ленок, ВРГ; логран, ВДГ; санифлор, ВГ), трибенурон-метил (гранстар, 75% с.т.с.; гюрза, СП; тамерон, 75% в.д.г.; трибун, СТС; фортикс, ВДГ), метсульфурон-метил (аккурат ВДГ; ларен ПРО, ВДГ; ларен, СП; магнум, ВДГ; метурон, ВДГ; раджмет-сол, СП), тифенсульфурон-метил (агростар, ВДГ; хармони экстра, ВДГ; эллай лайт, ВДГ), а также некоторых их заводских смесей.

Средняя стоимость гербицидов сульфонилмочевинной группы составляет 20–25 долл. США/га, включая затраты на внесение, в зерновом эквиваленте они окупаются 1,4–1,8 ц озимой пшеницы (в ценах 2016 г.), 2,4–2,9 – озимой ржи, 2,5–3,1 ц озимого тритикале. Так как сохраненный урожай зерна указанных озимых зерновых культур в опытах от применения гербицидов на основе хлорсульфурина составляет 5,3–7,8 ц/га (табл. 3), трибенурон-метила – 4,1–8,2 (табл. 5), метсульфурон-метила – 3,4–8,4 ц/га (табл. 7) и тифенсульфурон-метила – 3,3–9,3 ц/га (табл. 9) можно констатировать, что химическая прополка окупается в один и более раз.

Список литературы

1. Adamczewski, K. Evaluation of iodosulfuron and amidosulfuron mixture to control broad-leaved weeds in winter and spring cereals / K. Adamczewski, K. Miklaszewska // J. Plant Protect. Res. – 2001. – Vol. 41, № 2. – P. 101–108.
2. Биологические аспекты применения гербицидов на основе сульфонилмочевин на озимой пшенице в Северо-Западном регионе Российской Федерации / А.С. Голубев [и др.] // Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч. – произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005. – С. 101–112.

3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / авт.- составители: Л.В. Плешко [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2014. – 628 с.
4. Гулидов, А.М. Погодные условия и эффективность послевсходовых гербицидов / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений. – 2000. – № 5. – С. 21–24.
5. Гулидов, А.М. Проблемы выбора и применения гербицидов / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений. – 2000. – № 2. – С. 36–38.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. –М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Екологічні аспекти застосування гранстару 75, в.г. на посівах ярого ячменю / Л.М. Ярошенко [и др.] // Рослини-бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур: матеріали 7 наук. - теор. конф. (Київ, 3-5 березня 2010 г.) / Ін-т цукрових буряків, Укр. навук. товариство гербологів. – Київ, 2010. – С. 256–261.
8. Захаренко, В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков, ее научного обеспечения / В.А. Захаренко // Научно–обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч. – произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005 – С. 7–21.
9. Лабынцев, А. Эффективность гербицидов из класса сульфонилмочевин на озимой пшенице / А. Лабынцев, А. Гринько, В.Медведева // Главный агроном. – 2014. – №8. – С. 20–24.
10. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – Москва, 1981 г. – 46 с.
11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
12. Немченко, В.В. Применение гербицидов в борьбе с сорной растительностью Зауралья / В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина // Научно–обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч. – произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005 – С. 380–391.
13. Политыко, П.М. Эффективность гербицидов в борьбе с сорняками в посевах ячменя / П.М. Политыко, Ф.П. Шукшин // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч. – произв. совещ. (Голицыно, 24–28 июля 1995 г.). – Пушино, 1995. – С. 159–160.
14. Системы борьбы с сорняками в растениеводстве региона Поволжья / В.Б. Лебедев [и др.] // Научно–обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч. – произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005 – С. 277–304.
15. Словцов, Р.И. Агроэкологические принципы регулирования численности и снижения вредоносности сорных растений с использованием гербицидов / Р.И. Словцов // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.– произв. совещ. (Голицыно, 24–28 июля 1995 г.). – Пушино, 1995. – С. 171–174.
16. Современный ассортимент гербицидов на посевах яровой пшеницы и ячменя / А.А. Петунова [и др.] // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч. – произв. совещ. (Голицыно, 24–28 июля 1995 г.). – Пушино, 1995. – С. 45–48.

17. Сорока, С.В. Длительность гербицидного последействия глина на сахарную свеклу в севообороте / С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. / Беларус. науч.- исслед. ин-т защиты растений; редкол.: В.Ф. Самерсов (гл. ред.) [и др.] – Минск, 1989. – Вып. 14. – С. 99–104.

18. Сорока, С.В. Длительность остаточного последействия глина на сельскохозяйственные культуры / С.В. Сорока, А.С. Андреев, Л.И. Сорока // Защита растений и охрана природы: тез. докл. науч.- произв. конф., Дотнува-Академия, 5–6 июля 1989 г. / Лит. НИИ земледелия; редкол. И. Шуркус [и др.]. – Вильнюс, 1989. – Ч. 3: Гербология. – С. 97–98.

19. Сорока, С.В. Эффективность гербицидов 4-го поколения в Беларуси / С.В. Сорока, Н.И. Протасов // Агриматко. – 2001. – № 2. – С. 9–11.

20. Стратегия и технология применения гербицидов в условиях Рязанской области / А.И. Улина и [др.] // Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы третьего Междунар. науч. – произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005. – С. 251–277.

21. Шестаков, В.Г. Перспективы применения сульфонилмочевинных гербицидов на посевах сельскохозяйственных культур России / В.Г. Шестаков, Ю.Я. Спиридонов // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч. – произв. совещ. (Голицыно, 24–28 июля 1995 г.). – Пушино, 1995. С. 118–124.

22. Эффективность и фитотоксичность довсходового внесения глина в посевах озимой пшеницы / С.В. Сорока // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур – экологически безопасный путь в интенсификации земледелия: тез. докл. науч.- практ. конф., Прилуки, 19 июля 1989 г. / ВАСХНИЛ. Зап. отд - ние, Беларус. НИИ защиты растений; редкол.: А.Ф. Скурят [и др.]. – Прилуки, 1989. – С. 51–52.

**S.V. Soroka¹, A.R. Tsyganov², L.I. Soroka¹, R.V. Korpanov¹,
N.V. Kabzar¹**

¹RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

²Belarusian National Technical University, Minsk

EFFICIENCY OF SULFONYL-UREA GROUP HERBICIDERS IN WINTER GRAIN CROPS

Annotation. It is determined that at winter grain crops weed infestation by annual dicotyledonous weed plants resistant to 2,4-D and 2M-4X group herbicides it is expedient in Belarus to use both in autumn by crop vegetation and in spring sulfonyl-urea group herbicides (active ingredients - chlorosulfuron, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl, thifenulfuron-methyl and also some of their tank mixtures. Based on the results of researches on studying the biological efficiency these herbicides are included into the “State register of plant protection products (pesticides) and fertilizers permitted for application on the territory of the Republic of Belarus for a wide production application.

Key words: winter grain crops (wheat, rye, triticale), sulfonyl-urea group herbicides (chlorosulfuron, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl, thifenulfuron-methyl), biological and economic efficiency.

**С.В. Сорока¹, А.Р. Цыганов², Л.И. Сорока¹, Р.В. Корпанов¹,
Н.В. Кабзарь¹, В.С. Терещук¹, Т.И. Рацкевич¹**

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

² Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ИЗОПРОТУРОНА И ДИФЛЮФЕНИКАНА В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

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

Аннотация. Исследованиями установлено, что при засорении посевов озимых зерновых культур однолетними двудольными и злаковыми сорными растениями, устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х, целесообразно применение как осенью (до всходов культур и по вегетации), так и весной гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана (Гром, КС; Кугар, КС; Куница, КС; Легато плюс, КС; Морион, СК; Пират 600 КС).

Показано, что в тех случаях, когда в посевах доминируют сорные растения, чувствительные к данным гербицидам, биологическая эффективность химической прополки может составлять 90–100%. При наличии в агроценозе многолетних видов сорных растений (осоты, бодяки, пырей) применять гербициды следует на фоне внесения гербицидов – производных глифосата.

Ключевые слова: озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, тритикале) гербициды, изопротурон и дифлюфеникан, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение. В посевах озимых зерновых культур встречается более 100 видов сорных растений из 29 ботанических семейств. 43,6% составляют двудольные малолетние сорные растения, 28,8 – однодольные многолетние, 16,2 – однодольные однолетние и 10,9% – двудольные многолетние сорные растения. К наиболее злостным и вредоносным можно отнести около 30 видов. Доминируют из многолетних – корневищные однодольные (пырей ползучий) и корневищные и корнеотпрысковые двудольные (бодяк полевой, осот полевой, чернобыльник, чистец болотный, мята полевая) сорные растения, из малолетних – эфемеры и ранние яровые (марь белая, звездчатка средняя, горец вьюнковый, пикульник обыкновенный), однолетние зимующие (ромашка непахучая, фиалка полевая, пастушья сумка),

однолетние поздние яровые (горцы птичий, и шероховатый, галинсога мелкоцветная) двудольные однолетние озимые (метлица обыкновенная) и поздние яровые (просо куриное, виды щетинника) однодольные сорняки.

Засоренность озимых зерновых культур в Беларуси без прополки составляет 123–526 сорных растений на 1 м², что приводит к потерям урожая зерна в на 14,8–17,2%, при этом снижается их устойчивость к болезням и перезимовке [2, 3]. Поэтому практически на всех полях необходима борьба с сорняками с использованием всего комплекса мероприятий.

Важно констатировать, что послевсходовое применение гербицидов (в том числе и почвенного действия) более перспективно, так как может проводиться после учета видового состава сорняков на каждом конкретном поле, при этом с успехом может использоваться технологическая колея, гербициды могут применяться более длительный период – в течение осени или рано весной. Это особенно важно при недостатке опрыскивателей [11].

Перспективны в этом плане комбинированные гербициды на основе изопротурона и дифлюфеникана. Широко известен, например, кварц супер, КС (заводская смесь дифлюфеникана, 50 г/л и изопротурона, 500 г/л), который применяется в посевах озимых культур в норме 1,5–2,0 л/га во Франции [13], Шотландии [14], Англии [17], Швейцарии [15] и Польше [16] в борьбе с однолетними двудольными и злаковыми сорняками, при этом эффективность прополки обеспечивается в течение всего периода вегетации культур. Дифлюфеникан образует на поверхности почвы пленку (поглощается молодыми ростками в момент прорастания, листьями и корнями), изопротурон распределяется в почве на глубине 5–10 см в зависимости от влажности (поглощается главным образом корнями, затем листьями). Таким образом, действующие вещества гербицида уничтожают проростки сорняков в зоне их прорастания в верхних слоях почвы. При послевсходовой обработке поглощение препарата листьями и корнями усиливает эффективность кварца супер против сорняков на ранних фазах вегетации [6, 7]. Гербициды с данными действующими веществами меняли рецептуру, усиливая действие на устойчивые виды двудольных сорняков. Были созданы гербициды с содержанием изопротурона, 500 г/л + дифлюфеникана, 100 г/л. Например, в России гербицид кугар, КС при применении до всходов в посевах озимой пшеницы сильно поражал зимующие виды сорняков (подмаренник цепкий – на 86%, ярутка полевая, пастушья сумка – на 90–95%) [12]. Гербициды, содержащие аналогичные

действующие вещества – Кугар, КС [11, 9] и Легато плюс 600, КС показали высокую эффективность в условиях Беларуси [8, 9].

Цель наших исследований – определить целесообразность применения гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана в посевах озимых зерновых культур в Беларуси в настоящее время и на перспективу.

Методика и методы. В статье представлены данные (2000–2015 гг.) по эффективности гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана – Кварц супер, ВКС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 50 г/л), ф. Байер КропСайенс, С.А., Франция; Кугар, КС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), ф. Байер КропСайенс АГ, Германия; Морион, СК (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), ЗАО Фирма «Август», Россия; Легато плюс, 600 КС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), ф. ADAMA Registrations B. V., Нидерланды; Куница, КС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), ОАО «Гроднорайагросервис», Беларусь; Гром, КС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 100 г/л), ООО «Франдеса», Беларусь в посевах озимых зерновых культур при осеннем и весеннем внесении.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [4, 5] в мелко деляночных опытах на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (ИЗР) (аг. Прилуки Минского района) и производственных опытах в СПК «Щомыслица» и РУЭОСХП «Восход» Минского района Минской области, СПК «Прогресс Вертелишки» Гродненского района Гродненской области, СПК «Остромечево» Брестского района Брестской области, СПК «Щорсы» Новогрудского района Гродненской области, ЧСУП «Ляховичское-Агро» Ивановского района Брестской области на дерново-подзолистой почве.

Обработку почвы, внесение минеральных удобрений, мероприятия по уходу за посевами и уборку урожая проводили в соответствии с интенсивной технологией возделывания культур, общепринятой для республики Беларусь. Нормы расхода, годы исследований, вид озимых культур представлены в таблице 1.

Площадь опытных делянок в мелко деляночных опытах составляла 20 м², повторность – четырехкратная, в производственных посевах – 5–10 га в двукратной повторности. Гербициды вносили до всходов, в фазе 1–3 листа – кущение культур осенью и кущение культур весной. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Все данные по биологической эффективности гербицидов приведены к контролю без прополки.

Таблица 1 – Эффективность гербицидов на основе изопротурона и дифлufenикана в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Норма внесения, л/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай, %
Кварц супер, ВКС	1,5	Озимая пшеница	2000 (1)	ИЗР	До всходов	88,3	59,6	12,0	20,1
Кварц супер, ВКС	2,0	Озимая пшеница	2000 (1)	ИЗР	Кущение весной	96,9	49,7	4,1	8,2
Кварц супер, ВКС	1,5	Озимая рожь	2000 (1)	ИЗР	До всходов	79,3	51,2	7,3	14,3
Кварц супер, ВКС	2,0	Озимое тритикале	2000 (1)	ИЗР	Кущение весной	93,8	91,6	14,0	15,3
Кварц супер, ВКС	2,0	Озимая рожь	2000 (1)	ИЗР	Кущение весной	97,3	25,3	12,2	48,2
Кугар, КС	0,9	Озимая пшеница	2000–2009 (5)	ИЗР	До всходов	92,7	49,8	9,0	18,1
Кугар, КС	0,9	Озимая пшеница	2003–2009 (3)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	85,0	48,2	6,6	13,7
Кугар, КС	0,9	Озимая пшеница	2000–2009(14)	ИЗР, РУЭОСХП «Восход», СПК «Прогресс Вертелишки», СПК «Щомыслица»	Кущение осенью	93,6	52,0	8,8	16,9
Кугар, КС	0,75	Озимая пшеница	2000–2009(14)	ИЗР, РУЭОСХП «Восход», СПК «Остроме-чево», СПК «Щомыслица»	Кущение весной	79,8	50,1	6,5	13,0

Продолжение таблицы 1

Гербицид	Норма внесения, л/га	Культура	Год исследований (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай, %
Кугар, КС	0,75	Озимое тритикале	2000 (1)	ИЗР	До всходов	97,3	60,4	9,7	16,1
Кугар, КС	0,75	Озимое тритикале	2003 (1)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	94,9	49,8	2,6	5,2
Кугар, КС	0,9	Озимое тритикале	2000–2009 (8)	СПК «Щорсы», ИЗР	Кущение осенью	91,4	57,2	8,6	15,0
Кугар, КС	0,75	Озимое тритикале	2000–2007 (5)	ИЗР	Кущение весной	88,6	69,8	13,8	19,8
Кугар, КС	0,75	Озимая рожь	2000 (1)	ИЗР	До всходов	98,6	51,2	7,7	15,0
Кугар, КС	0,9	Озимая рожь	2000–2006 (5)	ИЗР, СПК «Щорсы-лица»	Кущение осенью	92,5	48,0	5,4	11,3
Кугар, КС	0,75	Озимая рожь	2000–2006 (3)	ИЗР	Кущение весной	95,9	25,3	11,3	44,7
Кугар, КС	1,0	Озимый ячмень	2008 (1)	ЧСУП «Ляховичское-Агро»	1–3 листа культуры осенью	89,9	35,3	6,2	17,6
Легато плюс 600 КС	0,9	Озимая пшеница	2005 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	84,7	55,2	6,8	12,3
Легато плюс 600 КС	0,75	Озимая пшеница	2003 (3)	ИЗР	Кущение весной	91,3	42,6	4,1	9,6

Продолжение таблицы 1

Гербицид	Норма внесения, л/га	Культура	Год исследований (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай, %
Легато плюс 600 КС	1,0	Озимое тритикале	2005 (2)	СПК «Щомыслица»	1–3 листа культуры осенью	98,6	54,3	6,9	12,7
Пират 600 КС	0,75	Озимая пшеница	2007–2009 (4)	ИЗР, СПК «Остромечево»	Кущение весной	84,1	48,0	7,0	14,6
Пират 600 КС	0,75	Озимое тритикале	2008 (1)	СПК «Щорсы»	Кущение осенью	98,2	68,2	7,9	11,6
Гром, КС	0,75	Озимая пшеница	2009 (1)	ИЗР	До всходов	86,6	47,5	7,9	16,6
Гром, КС	0,9	Озимая пшеница	2009 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	89,5	47,5	8,4	17,7
Гром, КС	0,9	Озимая пшеница	2009 (2)	ИЗР	Кущение осенью	97,8	50,9	8,4	16,5
Гром, КС	0,9	Озимая пшеница	2009 (2)	ИЗР	Кущение весной	87,6	44,7	6,6	14,8
Гром, КС	0,9	Озимое тритикале	2009 (2)	ИЗР	Кущение осенью	95,9	47,8	8,0	16,7
Морион, СК	0,75	Озимая пшеница	2010–2011 (2)	ИЗР	До всходов	94,7	63,3	8,8	13,9

Продолжение таблицы 1

Гербицид	Норма внесения, л/га	Культура	Год исследований, (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай, %
Морион, СК	0,9	Озимая пшеница	2010–2011 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	95,4	63,8	9,3	14,6
Морион, СК	0,9	Озимая пшеница	2010–2011 (2)	ИЗР	Кущение весной	90,7	77,8	7,9	10,2
Морион, СК	0,75	Озимое тритикале	2010–2011 (2)	ИЗР	До всходов	93,4	58,4	5,3	9,1
Морион, СК	0,9	Озимое тритикале	2010–2011 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	93,6	59,6	6,6	11,1
Морион, СК	0,9	Озимое тритикале	2010–2011 (2)	ИЗР	Кущение весной	83,1	56,8	5,8	10,2
Морион, СК	0,75	Озимая рожь	2010–2011 (2)	ИЗР	До всходов	96,2	51,0	8,1	15,9
Морион, СК	0,9	Озимая рожь	2010–2011 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	94,4	53,6	10,7	20,0
Морион, СК	0,9	Озимая рожь	2010–2011 (2)	ИЗР	Кущение весной	77,7	50,4	6,2	12,3
Кунциа, КС	0,75	Озимая пшеница	2011–2012 (2)	ИЗР	До всходов	83,5	66,6	11,4	17,1

Продолжение таблицы 1

Гербицид	Норма внесения, л/га	Культура	Год исследований (кол-во опытов)	Место исследований	Срок внесения	Снижение массы сорняков, % (среднее)	Средняя урожайность, ц/га	Сохраненный урожай (среднее), ц/га	Сохраненный урожай, %
Кунцид, КС	0,9	Озимая пшеница	2011–2012 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	87,3	70,9	10,2	14,4
Кунцид, КС	0,9	Озимая пшеница	2012 (1)	ИЗР	Кущение весной	77,4	57,1	6,0	10,5
Кунцид, КС	0,75	Озимое тритикале	2011 (1)	ИЗР	До всходов	95,3	55,2	8,9	16,1
Кунцид, КС	0,9	Озимое тритикале	2011–2012 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	98,5	62,6	6,8	10,9
Кунцид, КС	0,75	Озимое тритикале	2012 (1)	ИЗР	Кущение весной	77,7	68,3	4,3	6,3
Кунцид, КС	0,75	Озимая рожь	2011 (1)	ИЗР	До всходов	82,5	60,5	11,8	19,5
Кунцид, КС	0,9	Озимая рожь	2011–2012 (2)	ИЗР	1–3 листа культуры осенью	90,3	61,9	9,5	15,3
Кунцид, КС	0,75	Озимая рожь	2012 (1)	ИЗР	Кущение весной	69,6	61,1	4,3	7,0

При количественно-весовых учетах засоренности брали 2 учетные площадки по 0,25 м² с каждой делянки в мелко деляночных и 10 – в производственных опытах в соответствии с методическими указаниями [5, 6]. В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений проводили фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [1].

Результаты и их обсуждение. Комбинированные гербициды на основе изопротурона и дифлюфеникана (торговые названия в Беларуси – Кугар, КС; Легато плюс 600 КС; Пират 600 КС; Гром, КС; Морион, СК и Куница, КС) входили в схемы 86 опытов в посевах озимых пшеницы, ржи, тритикале и ячменя.

От действия гербицида Кварц супер, ВКС (изопротурон, 500 г/л + дифлюфеникан, 50 г/л) в норме расхода 1,5 л/га до всходов озимых пшеницы и ржи в условиях 2000 г. вегетативная масса сорных растений снизилась на 88,3% и 79,3%, сохраненный урожай составил 59,6 ц/га и 51,2 ц/га соответственно. При применении данного гербицида весной в фазе кущения озимых пшеницы, тритикале и ржи масса сорных растений уменьшилась на 93,8–97,3% [10]. Однако данный гербицид в отдельные годы был недостаточно эффективен против подмаренника цепкого, гибель которого составляла 74,0–77,0%. Позднее в «Государственном реестре...» был зарегистрирован новый гербицид Кугар, КС, содержащий в своем составе изопротурона, 500 г/л + дифлюфеникана, 100 г/л.

При применении гербицида Кугар, КС до всходов озимой пшеницы вегетативная масса сорных растений снизилась на 92,7%, при этом сохраненный урожай зерна составил 9,0 ц/га (18,1%) по отношению к не прополотому контролю. При применении выше указанного гербицида в фазе 1–3 листа культуры осенью масса сорных растений уменьшилась на 85,0%. Средний сохраненный урожай зерна составил 6,6 ц/га или 13,7% по отношению к не прополотому контролю. На 93,6% снизилась вегетативная масса всех сорных растений при опрыскивании посевов озимой пшеницы в фазе кущения осенью. Благодаря снижению засоренности сохраненный урожай зерна озимой пшеницы составил 8,8 ц/га или 16,9%. Несколько ниже отмечалась эффективность выше указанного гербицида по действию на сорные растения, внесенного весной в фазе кущения озимой пшеницы, где снижение их массы составило 79,8%. Сохраненный урожай зерна составил 6,5 ц/га или 13,0% по отношению к контрольному варианту.

Аналогичная ситуация по эффективности наблюдалась при применении Кугара в посевах озимого тритикале, внесенного в те же фазы развития культуры, что и на озимой пшенице. Снижение сырой вегетативной массы сорных растений при применении гербицида до всходов составило 97,3%, что позволило сохранить 9,7 ц/га зерна. Достаточно высокая гибель сорных растений отмечалась при опрыскивании посевов тритикале в фазе 1–3 листьев культуры осенью в условиях 2003 г. на опытном поле ИЗР, где масса сорняков уменьшилась на 94,9% и сохраненный урожай зерна составил 2,6 ц/га при среднем урожае в контроле 49,8 ц/га. В 2000–2009 гг. при применении Кугара в посевах озимого тритикале в фазе кущения культуры осенью в СПК «Щорсы» и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» было сохранено в среднем 8,6 ц/га зерна при снижении вегетативной массы сорных растений на 91,4%. Под действием данного гербицида при весеннем внесении гербицида вегетативная масса сорных растений уменьшилась на 88,6% и было сохранено 13,8 ц/га зерна (19,8%) в сравнении с не прополотым контролем.

Достаточно высокая эффективность гербицида Кугар отмечалась и при прополке посевов озимой ржи. Снижение вегетативной массы при внесении препарата до всходов культуры составила 98,6%, что позволило сохранить 7,7 ц/га зерна, при внесении в фазе кущения осенью – на 92,5% при сохранении 5,4 ц/га зерна озимой ржи. При опрыскивании посевов ржи Кугаром весной масса сорных растений уменьшилась на 95,9%. Гербицид обеспечил сохранение урожая в 11,3 ц/га. На 89,9% снизилась масса сорных растений под действием гербицида Кугар, КС при осеннем применении по вегетации в посевах озимого ячменя, что обеспечило сохранение урожая в 6,2 ц/га.

В посевах озимых пшеницы и тритикале в 2003–2005 гг. изучали биологическую эффективность гербицида Легато плюс 600 КС. Так, от действия препарата на сорные растения в посевах озимой пшеницы в фазе ее развития 1–3 листа масса сорных растений снизилась на 84,7%, благодаря чему было сохранено 12,3% зерна (6,8 ц/га). На 91,3% уменьшилась масса сорных растений при весеннем применении данного гербицида, сохраненный урожай зерна при этом составил 4,1 ц/га при средней урожайности в контроле 42,6 ц/га. Было сохранено 6,9 ц/га зерна озимого тритикале от осеннего применения гербицида Легато плюс в фазе 1–3 листьев культуры и снижение массы всех сорных растений составило 98,6%.

Гербицид Пират 600, КС, применяемый в посевах озимой пшеницы в фазе кущения культуры весной на опытном поле РУП «Институт защиты растений» и СПК «Остромечево» (2007–2009 г.) снизил вегетативную массу сорных растений на 84,1% и обеспечил прибавку урожая на 7,0 ц/га. При осеннем внесении выше указанного гербицида в посевах озимого тритикале в фазе кущения сорные растения погибли почти полностью и их вегетативная масса уменьшилась на 98,2%, при этом величина сохраненного урожая зерна составила 7,9 ц/га или 11,6% по отношению к контролю без прополки.

В 2009 г. изучалась биологическая эффективность гербицида Гром, КС в посевах озимых пшеницы и тритикале в различные фазы развития культур. Так, при внесении гербицида до всходов озимой пшеницы вегетативная масса сорных растений снизилась на 86,6%, благодаря чему было сохранено 7,9 ц/га или 16,6% урожая зерна. Опрыскивание гербицидом посевов озимой пшеницы осенью в фазе 1–3 листьев обеспечило снижение сырой вегетативной массы сорных растений на 89,5%, что способствовало сохранению урожая в 8,4 ц/га. На 97,8% снизилась масса сорняков при обработке озимой пшеницы в фазе кущения осенью и величина сохраненного урожая составила 8,4 ц/га зерна или 16,5%. При весенней прополке посевов пшеницы масса сорняков снизилась на 87,6% и сохранено 6,6 ц/га зерна. На 95,9% снижалась вегетативная масса сорных растений от действия гербицида в посевах озимого тритикале осенью, величина сохраненного урожая была равна 8,0 ц/га.

При применении гербицида Морион, СК до всходов озимой пшеницы вегетативная масса сорных растений снизилась на 94,7%, при этом сохраненный урожай зерна составил 8,8 ц/га (13,9%) по отношению к контролю без прополки. От действия данного гербицида при применении его в фазе 1–3 листа культуры осенью также отмечалась высокая гибель сорных растений (масса уменьшилась на 95,4%). Средний сохраненный урожай зерна составил 9,3 ц/га. На 90,7% снизилась вегетативная масса всех сорных растений при опрыскивании посевов озимой пшеницы в фазе кущения весной. Благодаря снижению засоренности сохраненный урожай зерна озимой пшеницы составил 7,9 ц/га или 10,2%.

При применении данного гербицида до всходов озимого тритикале вегетативная масса сорных растений снизилась на 93,4%, при этом сохраненный урожай зерна составил 5,3 ц/га. От действия гер-

бицида Морион, СК при применении его в фазе 1–3 листа культуры осенью масса сорных растений уменьшилась на 93,6%, при весеннем внесении – на 83,1%. При этом средний сохраненный урожай зерна составил 6,6 и 5,8 ц/га (или 11,1% и 10,2%).

От действия гербицида при довсходовом внесении на сорные растения в посевах озимой ржи вегетативная масса сорных растений снизилась на 96,2%, при применении в фазе 1–3 листа культуры осенью – на 94,4%. При этом было сохранено 8,1 и 10,7 ц/га зерна. Несколько ниже была биологическая эффективность гербицида при весеннем применении в посевах озимой ржи и снижение массы сорных растений составила 77,7% при сохранении урожая 6,2 ц/га.

При применении гербицида Куница, КС до всходов озимой пшеницы вегетативная масса сорных растений снизилась на 83,5%, при этом сохраненный урожай зерна составил 11,4 ц/га (17,1%) по отношению к контролю без прополки. От действия данного гербицида при применении его в фазе 1–3 листа культуры осенью масса сорных растений уменьшилась на 87,3%. Средний сохраненный урожай зерна составил 10,2 ц/га при среднем урожае в вариантах 70,9 ц/га. На 77,4% снизилась вегетативная масса всех сорных растений при опрыскивании посевов озимой пшеницы в фазе кущения весной, сохраненный урожай зерна озимой пшеницы составил 6,0 ц/га или 10,5%.

При применении вышеуказанного гербицида до всходов озимого тритикале вегетативная масса сорных растений снизилась на 95,3%, при этом сохраненный урожай зерна составил 8,9 ц/га. От действия данного гербицида при применении его в фазе 1–3 листа культуры осенью масса сорных растений уменьшилась на 98,5%. Средний сохраненный урожай зерна составил 6,8 ц/га при среднем урожае в контроле 62,6 ц/га. На 77,7% снизилась вегетативная масса всех сорных растений при опрыскивании посевов озимого тритикале в фазе кущения весной, сохраненный урожай зерна культуры составил 4,3 ц/га или 6,3%.

Аналогичная ситуация по эффективности отмечалась и при применении гербицида Куница, КС в посевах озимой ржи. Так, при опрыскивании посевов ржи до всходов культуры вегетативная масса сорных растений снизилась на 82,5% и величина сохраненного урожая составила 11,8 ц/га. От действия данного гербицида на сорные растения при внесении его в фазе 1–3 листьев культуры осенью масса сорняков уменьшилась на 90,3%,

что способствовало сохранению 9,5 ц/га зерна. На 69,6% снизилась вегетативная масса всех сорных растений при опрыскивании посевов озимой ржи в фазе кущения весной, сохраненный урожай зерна культуры составил 4,3 ц/га или 7,0%.

При применении гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана отмечена достаточно высокая гибель всех однолетних сорных растений (общее снижение сырой массы составляло 79,8–98,6%), при этом *Matricaria* ssp. погибали на 90–100% (коэффициент чувствительности 9–10), *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Myosotis arvensis*, *Galium aparine*, *Thlaspi arvense*, *Apera spica-venti* – на 80–100% (коэффициент чувствительности 8–10). Достаточно высоко эффективны данные гербициды против *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galeopsis tetrahit*, *Polygonum convolvulus*, *Poa annua* – коэффициент чувствительности 6–9. Недостаточным действием обладают данные гербициды против многолетних двудольных сорняков *Cirsium arvense* (гибель 10–40%) и *Sonchus arvensis* (гибель до 50%). Не отмечено действия на *Elytrigia repens*. Применение данных гербицидов ранней весной обеспечило общую эффективность на 10–12% ниже, чем осенью, но действие на отдельные виды сорняков было равнозначным, сохраненный урожай при этом был равен, или отличался не значительно.

Данные опытов показали, что в тех случаях, когда в посевах доминируют сорные растения, чувствительные к данным гербицидам биологическая эффективность химической прополки может составлять 90–100% (табл. 2). При наличии в агроценозе устойчивых и относительно устойчивых сорных растений (осоты, бодяки, пырей) биологическая эффективность значительно ниже, что предполагает их внесение после гербицидов, производных глифосата.

Стоимость обработки 1 га гербицидами на основе изопротурона и дифлюфеникана (в ценах 2014 г.) с учетом внесения составляла 18,4–28,2 долл. США, что окупается в зерновом эквиваленте в зависимости от культур: 0,7–1,5 ц/га озимой пшеницы, 0,9–2,0 ц/га озимого тритикале, 1,3–2,9 ц/га озимой ржи (табл. 3). В целом их применение экономически целесообразно, так как сохраненный урожай зерна озимых зерновых культур значительно превышает урожай в отношении к не прополотым посевам (средний сохраненный урожай по культурам колебался от 4,1 до 12 ц/га по озимой пшенице, от 4,3 до 12,2 – по ржи, от 2,6 до 14 ц/га – по тритикале, и в среднем составил 7,9–8,7 и 7,3 ц/га, соответственно) (табл. 2).

Таблица 2. – Чувствительность сорных растений к гербицидам на основе д.в. изопротурон + дифлюфеникан

Гербицид	Норма расхода, л/га	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Марь белая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Незабудка полевая	Ликопный обыкновенный	Подмаренник цепкий	Бодяк полевой	Осот полевой	Горец вьюнок-Выл	Ярутка полевая	Метлица обыкновенная	Мятлик однолетний
Кугар, КС	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9
Легато плюс 600, КС	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9
Пират 600 КС	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9
Гром, КС	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9
Морион, СК	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9
Куница, КС	0,5–1,0	9–10	8–10	8–10	6–9	6–8	8–10	6–8	8–10	1–4	2–5	6–9	8–10	8–10	7–9

Примечание. 1–4 – гибель 10–40% сорных растений; 5–9 – гибель 50–90% сорных растений; 10– гибель 100%

Таблица 3 – Экономическая эффективность гербицидов на основе д.в. изопротурон + дифлюфеникан (в ценах 2014 года).

Гербицид	Норма расхода, л/га	Средняя стоимость обработки 1 га, долл./США + 5 долл. на внесение	Окупаемость в зерновом эквиваленте, ц/га*		
			озимая пшеница	озимое тритикале	озимая рожь
Кугар, КС	0,5–1,0	24,5	0,9–1,5	1,2–2,0	1,8–2,9
Легато плюс 600, КС	0,5–1,0	21,6	0,8–1,3	1,1–1,8	1,5–2,5
Пират 600 КС	0,5–1,0	28,2	1,0–1,7	1,3–2,4	1,9–3,4
Гром, КС	0,5–1,0	19,3	0,7–1,2	1,0–1,6	1,4–2,3
Морион, СК	0,5–1,0	19,8	0,7–1,1	0,9–1,5	1,3–2,1
Куница, КС	0,5–1,0	18,4	0,7–1,2	1,0–1,6	1,4–2,3
Среднее	0,75	22,0	0,8–1,3	1,1–1,8	1,6–2,6

* Стоимость 1 ц зерна озимой пшеницы – 20,9 долл. США, озимого тритикале – 15,2 и озимой ржи – 10,7 долл. США

Заключение. Установлено, что при засорении посевов озимых зерновых культур (пшеницы, тритикале, ржи и ячменя) однолетними двудольными (ромашка непахучая, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, фиалка полевая и др., в т.ч. устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х сорными растениями), а также однолетними злаковыми (метлица обыкновенная, просо куриное) сорными растениями целесообразно применять в осенний (до всходов, в фазе 1–3 листьев и кущение культур) так и ранней весной (в фазе кущения культур) гербициды на основе действующих веществ изопротурона и дифлюфеникана (Гром, КС; Кугар, КС; Куница, КС; Легато плюс, КС; Морион, СК; Пират 600 КС) в нормах, указанных в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь». Биологическая эффективность химической прополки составляет 90–100 %.

Стоимость обработки 1 га гербицидами на основе изопротурона и дифлюфеникана с учетом внесения составляла 18,4–28,2 долл. США, что окупается в зерновом эквиваленте в зависимости от культур: 0,7–1,5 ц/га озимой пшеницы, 0,9–2,0 ц/га озимого тритикале, 1,3–2,9 ц/га озимой ржи, при этом средний сохраненный урожай по культурам составил 7,9–8,7 и 7,3 ц/га, соответственно.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. –М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Засоренность посевов основных сельскохозяйственных культур в 2010 г. и ассортимент гербицидов по её контролю в 2011 г./ С.В. Сорока [и др.]// Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2010 году и прогноз их появления в 2011 году в Республике Беларусь [Электронный ресурс]/ МСХиПрод., ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений». Минск, 2011. – Режим доступа: http://ggiskzr.by/news/obzor_rasprostraneniya_vrediteliei_2011. – Дата доступа: 26.04.2011.
3. Засоренность посевов основных сельскохозяйственных культур в 2011 г. и ассортимент гербицидов по её контролю в 2012 г./ С.В. Сорока [и др.]// Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2011 году и прогноз их появления в 2012 году в Республике Беларусь [Электронный ресурс]/ М-во сел. хоз-ва и продовольствия, ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений». Минск, 2012. – Режим доступа: http://www.ggiskzr.by/struktur/gosudarstvennaja_jnspekcija_po_zashite_rastenij/otdel_diagnostiki/fo_recast.html. – Дата доступа: 16.05.2012.
4. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – Москва, 1981 г. – 46 с.
5. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
6. Миренков, Ю.А. Химические средства защиты растений: произв.– практ. издание/ Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич, С.В. Сорока. – Минск: Триолета, 2006. – 336 с.
7. Пестициды: учебн. пособие / Н.И. Протасов [и др.]. – Минск. – 2003. – 226 с.
8. Сорока, С.В. Защита озимых зерновых культур от сорных растений в осенний период/ С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Ахова раслін. – 2000. – № 4. – С. 7–8.
9. 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.
10. Сорока, С.В. Гербицид кугар – это новый кварц супер/ С.В. Сорока, Л.И. Сорока // Ахова раслін. – 2000. – № 4. – С. 36–38.
11. Сорока, С.В. Как решить проблему метлицы и ромашки в посевах озимых зерновых культур/ С.В. Сорока // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 5 (42). – С. 25–28.
12. Хрюкина, Е.И. Эффективность гербицидов в борьбе с наиболее злостными сорняками зерновых культур Центрального Черноземья / Е.И. Хрюкина, Е.Д. Нарежная // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы второго Всерос. научно-производ. совещ., ВНИИФ, 17–20 июля 2000 г. – Голицыно, 2000. – С. 133–136.
13. Ammon, H.U. Unkrautbekämpfung im Wintergetreide / H.U. Ammon // S. Galler. Bauer. – 1986. – Bd 73, № 40. – S. 1279–1281.
14. Pavies, P.H. Yield responses to herbicide use and weed levels in winter wheat and spring barley in scottish trials and consequences for ecnjmic models / P.H. Pavies, A.J. Whiting, G.M. Whytock // Brighton eroprotection conf. weeds. – 1989. – Vol. 3. – P. 955–960.

15. Pawlak, G. Wpływ herbicydów na zachwaszczenie upraw pszenicy w doswiadczeniach polowych z zastosowaniem preparatów Pielisam, Racer, Quartz Super i tribunil bad. fizjogr / G. Pawlak // Pol. zachod. B. – 1992. – T. 41. – S. 199–207.
16. Wiflesson, S. Congar – a new broad-spectrum herbicide for autumn spraying of winter cereals/Weeds and weed control.–1988. – Vol. 29, № 1. – P. 75–82.
17. Wolley, E.W. Determination of economic threshold populations of *Poa annua* in winter cereals / E.W. Wolley, A.F. Sherrott // Brigh. Nov. – 1993. – Vol. 1. – P. 22–25.

**S.V. Soroka¹, A.R. Tsyganov², L.I. Soroka¹, R.V. Korpanov¹,
N.V. Kabzar¹, V.S. Tereshchuk¹, T.I. Ratskevich¹**

¹RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

²Belarusian National Technical University, Minsk

EFFICIENCY OF ISOPROTURON AND DIFLUFENICAN-BASED HERBICIDES IN WINTER GRAIN CROPS

Annotation. It is determined by researches that at winter grain crops weed infestation by annual dicotyledonous and grass weeds resistant to 2,4-D and 2M-4X group herbicides it is expedient to apply both in autumn (before seedlings emergence and during vegetation) and in spring herbicides based on isoproturon and diflufenican (Grom, SC; Cugar, SC; Kunitsa, SC; Legato plus, SC; Morion, CS; Pirate 600 SC).

It is shown that when in crops dominate weed plants sensitive to these herbicides, the biological efficiency of chemical weeding can make 90-100%. By perennial weed plants species presence in agrocoenosis (*Sonchus* spp., *Cirsium* spp., *Agropyron repens*) it is necessary to apply herbicides against a background of herbicides – derivatives of glyphosate application.

Key words: winter grain crops (wheat, rye, triticale) herbicides isoproturon and diflufenican, biological and economic efficiency.

Цюк А.А.

*Национальный университет биоресурсов и
природопользования Украины*

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

*Рецензенты: д-р с.-х. наук Литвинов Д.В.,
канд. с.-х. наук Терещук В.С.*

Аннотация. Изложены результаты оценки эффективности систем основной обработки почвы в полевом севообороте Лесостепи Украины при их продолжительном применении в стационарном опыте. Установлено, что повышенной противосорняковой эффективностью отличается система отвально–безотвальной обработки почвы в севообороте.

Ключевые слова: обработка почвы, сорняки, потенциальная засоренность

Введение. Актуальной проблемой современного сельского хозяйства является выработка новых эффективных мер по регулированию численности сорняков. Общеизвестно, что сорняки – это тот фактор, который снижает урожайность, ухудшает качество способствует распространению вредителей и болезней, тормозит внедрение прогрессивных технологий, повышает стоимость продукции. Новые данные в области биологии, миграции сорняков требуют современного освещения проблемы, которая, несмотря на успехи сельскохозяйственной механизации, химии, биологии, не утратила своей актуальности [7].

Потери урожая сельскохозяйственных культур от сорняков составляют 10,4% от общего объема производства продукции земледелия и более 38% всех расходов в земледелии, затрачиваемых на борьбу с ними [2, 6].

В зависимости от типа засоренности почвы и погодных условий удельный вес обработки почвы в исполнении ее эффективного снижения от всей системы обработки составляет 60–70% [3,8].

Современные агроэкосистемы характеризуются нестабильностью и невысокой способностью противостоять вредным организмам, к которым относятся и сорняки, что ухудшает фитосанитарную ситуацию [5].

Установлена возможность достижения естественного гербицидного эффекта гибели основной части семян сорняков (до 95–98 %) при заделывании их на глубину более 10 см на 4–5 лет [4]. Осуществление такого процесса очищение почвы от зачатков сорняков возможно при чередовании в севообороте отвальных приемов основной обработки, осуществляемых один раз в 4–5 лет, и безотвальных – в промежутке между пахотой [1].

Методика исследований. Исследования проводятся в стационарном опыте ОП НУБиП Украины Агрономическая опытная станция, расположенной в условиях правобережной Лесостепи Украины. Почвенное покрытие – чернозем типичный малогумусный среднесуглинистый. Изменения в засоренности пашни в зернопропашном севообороте наблюдались в течении десяти лет исследования (2002–2011 гг). За этот период гидротермический коэффициент составил: 2002 г. – 1,5, 2003 г. – 1,0, 2004 г. – 1,0, 2005 г. – 1,4, 2006 г. – 1,5, 2007 г. – 0,67, 2008 г. – 1,0, 2009 г. – 0,70, 2010 г. – 1,39, 2011 г. – 1,5. Схема севооборота соответствует зональному чередованию выращиваемых сельскохозяйственных культур: многолетние травы – пшеница озимая – сахарная свекла – кукуруза на силос – пшеница озимая – кукуруза на зерно – горох – пшеница озимая – сахарная свекла – ячмень с подсевом многолетних трав.

В севообороте изучали четыре варианта основной обработки почвы:

- дифференцированный (контроль) с проведением за 10–летнюю ротацию шести разноглубинных вспашек, двух поверхностных обработок дисковыми боронами на глубину 8–10 см (под пшеницу озимую после гороха и кукурузы на силос) и одного плоскорезного рыхления под ячмень на глубину 20–22 см ;

- плоскорезный – 7 разноглубинных плоскорезных рыхлений и два дискования под пшеницу на глубину 8–10 см (как в контрольном варианте);

- отвально-безотвальный – с применением в течении ротации двух вспашек ярусным плугом под свеклу сахарную на глубину 28–30 см, пяти разноглубинных плоскорезных рыхлений и двух дискований под пшеницу озимую на глубину 8–10 см (как в контроле);

- поверхностный – в качестве основной обработки применяют дискование на глубину 8–10 см под все культуры севооборота.

Результаты исследований. По результатам десятилетних наблюдений можно утверждать, что по сравнению с рекомендуемой системой – дифференцированной основной обработкой

почвы – применение варианта – отвально-безотвальной обработки – существенно очищает землю от семян сорняков. Уступают по этим эффектам безотвальные обработки почвы, давая положительный результат при длительном ее применении. За исследуемый период потенциальная засоренность пашни в среднем по севообороту при отвально-безотвальной обработке уменьшилась на 28–42 %, а на фоне безотвальных вариантов – увеличилась на 9–18 %.

При длительном применении основной обработки почвы увеличивается общее количество семян сорняков в обрабатываемом слое почвы. Они большей частью размещаются в верхнем (0–10 см) слое, который является стартовым для появления всходов растений. Установлена тесная положительная корреляционная зависимость между потенциальной засоренностью верхнего слоя почвы и численностью сорняков в посевах ($r = 0,76$). Это говорит о том, что такое большое содержание семян сорняков в почве вызывает сильную засоренность посевов (за 5-балльной оценкой). Поэтому уровень засоренности в агроценозах всегда выше за расчетные показатели экономических порогов вредоносности.

В начале вегетации культур севооборота наибольшим содержанием сорняков в почве характеризовались системы поверхностной (+65 %) и плоскорезной (+48 %) обработки. Применение отвально-безотвальной системы способствовало уменьшению количества всех сорняков на 14 %. Следует отметить, что наибольшие всходы сорняков в начале вегетации культур наблюдались на посевах свеклы сахарной и кукурузы на зерно, где вносили органические удобрения, а также на посевах гороха, что свидетельствует о стимулирующем действии этой культуры на появление всходов сорняков.

Анализ засоренности сорняками на момент сбора урожая указывает на некоторое уменьшение этого показателя при отвально-безотвальной основной обработке почвы в севообороте (-10 %), и на существенное увеличение – при применении плоскорезной (+63 %) и поверхностной (+81 %) обработок (рис. 1).

Анализ данных таблицы свидетельствует о преимуществе отвально-безотвальной обработки по сравнению с контролем (уменьшение количества репродуктивных сорняков 13 %). При плоскорезной и поверхностной обработках почвы наблюдалось увеличение данного показателя – на 55 % и 80 % соответственно. Важным фактором, влияющим на изменение численности сорняков, является гидротермические условия. Засушливые условия вегетационного периода

существенно уменьшают росту и развитию. Их надземная масса на момент уборки урожая культур севооборота значительно уменьшается во всем исследуемым вариантам обработки почвы (на 46–63%). Применение отвально–безотвальной основной обработки почвы в севообороте способствовало увеличению конкурентной способности культурных растений (-7%) по сравнению с контролем и существенному увеличению – при плоскорезной (+41%) и поверхностной (+59%) обработках. Гидротермические условия также влияют и на показатели массы сорняков: в засушливые годы (ГТК<1) масса уменьшается, а при увеличении ГТК (1,3–1,4) – значительно увеличивается. Важной является информация об изменениях ботанико-биологической структуры засоренности пашни в севообороте в связи с изменениями климатических условий.

В условиях прохладной весны и достаточном количестве влаги в посевах зерновых культур возрастает численность мари белой, звездчатки средней, пырея ползучего, метлицы обыкновенной. В годы с относительно теплым сухим весенним периодом количество указанных видов сорняков уменьшается, задерживается отрастание пырея ползучего, однако отмечается увеличение количества щетинника сизого, трехреберника. При достаточном количестве влаги в почве, особенно после выпадения обильных осадков, наблюдается дружное прорастание семян сорняков разных видов, особенно массово появляются всходы мари белой, проса волосовидного, осота полевого. Из-за недостаточного количества влаги прорастание семян задерживается до выпадения осадков. Конкурентная способность ранних яровых зерновых культур повышается в годы, когда в первой половине вегетации температурный режим и влагообеспеченность растений находятся в пределах многолетних норм для этого периода. В годы с недостаточным количеством осадков и повышенной температурой конкурентная способность яровых зерновых сплошного сева заметно снижается. При таких условиях растут они медленно, а количество сорняков в их посевах увеличивается. Наряду с этим уменьшается масса сорняков, однако удельный вес их в урожае растет. В годы наблюдений в засушливые годы в структуре видового состава повышается доля однодольных (злаковых) и многолетних видов сорняков. В оптимальные по влагообеспеченности годы в посевах яровых культур увеличивается доля малолетних двудольных видов.

Хозяйственную эффективность технологии в земледелии оценивают по урожайности выращиваемых культур и производительности пашни. Изученные системы земледелия существенно различаются между собой по производительности севооборота (рис. 2).



Рисунок 1 – Засоренность сорняками на момент уборки урожая культур зернопропашного севооборота

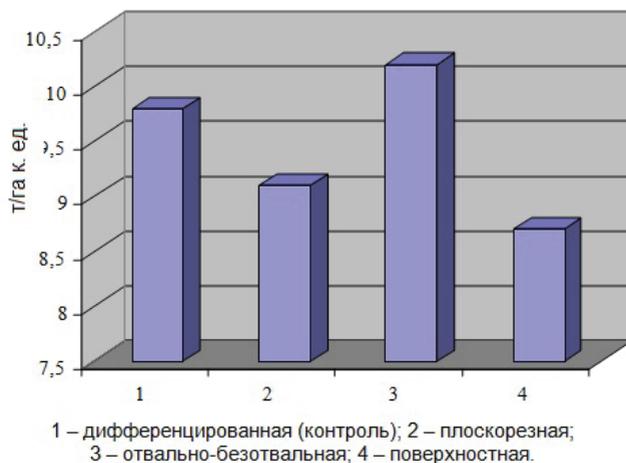


Рисунок 2 – Продуктивность пашни в зависимости от обработки почвы

Наилучшим вариантом оказалась отвально-безотвальная обработка почвы, при которой, выше по сравнению с контрольной дифференцированной обработкой была урожайность культур. Варианты с плоскорезной и поверхностной обработками почвы вызвали значительное ($\text{НИР}_{05} = 1,10 \text{ т/га}$) снижение производительности пашни в севообороте.

Выводы. Наиболее высокой противосорняковой эффективностью характеризуется система отвально-безотвальной основной обработки почвы, которая способствует уменьшению численности и массы сорняков на момент сбора урожая соответственно на 10 % и 7 % .

Список литературы

1. Гудзь В.П. Обработка почвы и предшественники озимой пшеницы /В. П. Гудзь, А.А. Цюк, В. Н. Дудченко // Земледелие. – 1998. – №2. –22 с.
2. Кошкин П.Д. Эффективность разных систем основной обработки почвы /П.Д. Кошкин // Земледелие. – 1997. – №2. – С. 21–23.
3. Манько Ю. П. Зміни забур'яненості та продуктивність ріллі під впливом тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту в сівозміні / Ю. П. Манько // Науковий вісник НАУ.– Вип. 47. – 2002. – С. 18–23.
4. Манько Ю.П. Формирование засоренности полей в зависимости от систем основной обработки почвы в зерносвекловичных севооборотах Лесостепи Украины /Ю.П. Манько //Борьба с сорняками при возделывании с.–х. культур. – ВАСХНИЛ.– М.: Агропромиздат, 1988. – С.36–43.
5. Оптимизация интегрированной защиты полевых культур (справочник) Ю.Г. Красиловець, В.С. Зуза, В.П. Петренко, В.В.Кириченко и др. ... Под ред. В.В.Кириченко, Ю.Г. Красиловця. – Х.: Магда, LTD, 2006.–252 с.
6. Сталість землеробства: проблеми і шляхи вирішення / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко, Г.А. Мазур та ін. – К.: Урожай, 1993. – 320 с.
7. Танчик С. П. Обработка почвы и засоренность посевов / С.П. Танчик, А.А. Цюк // Защита и карантин растений. – 2013. – № 10. – С. 19–21.
8. Фисюнов А.В. Борьба с сорняками в посевах кукурузы. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 112 с.

A.A. Tsyuk

National university of bioresources and wildlife of Ukraine, Kiev

WEEDINESS AND CROP YIELDS OF CULTIVATED CROP ROTATION GRAIN IN PRIMARY TREATMENT OF SOIL

Annotation. The results of the evaluation of the effectiveness of the basic soil cultivation in crop rotation in forest-steppe their continued use in stationary experiment. Found that povushenoy protivosornyakovoy efficiency is the system of dump - subsurface soil in the rotation.

Key words: soil cultivation, weeds, potential zasmichennist.

Ц. Чхубианишвили¹, Л. Цивилашвили², И.Малания¹, М. Кахадзе¹

¹Институт защиты растений им. Канчавели, отдел биологического контроля, Аграрный университет Грузии, г. Тбилиси

²Научно-исследовательский центр сельского хозяйства, Департамент исследования интегрированной защиты растений, г. Тбилиси, Грузия

КОНТРОЛЬ ЗАРАЗИХИ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ГРУЗИИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности гербицидов для контроля заразики кумской, или подсолнечной *Orobanche cumana* Wallr. в посевах подсолнечника в Грузии. Установлена высокая эффективность гербицидов Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК, снижающих численность заразики на 80–90%. Исследована фитотоксичность ряда гербицидов по отношению к растениям подсолнечника, и отмечен различный уровень чувствительности отечественных и районированных сортов и гибридов к исследованным препаратам. Показана возможность биологического контроля паразита.

Ключевые слова: подсолнечник, зарази́ха, *Orobanche cumana*, гербициды, эффективность, фитотоксичность, биологический контроль

Введение. Подсолнечник (*Helianthus annuum* L.) занимает одно из лидирующих мест в мировом рейтинге производства растительных масел. В Восточной Грузии все больше расширяются площади выращивания данной культуры. Среди сорных растений особой вредоносностью отличается паразитическое растение – зарази́ха кумская, или подсолнечная *Orobanche cumana* Wallr, являющаяся облигатным паразитом подсолнечника, не имеющая собственных корней и листьев, лишенная хлорофилла. Семена зарази́хи интенсивно прорастают под влиянием корневых выделений подсолнечника, а также некоторых непоражаемых растений. Проросток семени врастает в корень, формирует внутри него гаусториальный орган, с помощью которого потребляет питательные вещества и воду из сосудистой системы растения-хозяина [1]. Потери урожая подсолнечника, связанные с поражением зарази́хой, могут достигать 50% [2], а на неустойчивых сортах – 100%. В настоящее время известно 9 рас этого полиморфного паразита, каждая из которых отличается своей способностью поражать

различные генотипы подсолнечника и приспосабливаться к его особенностям. Известно, что вирулентные физиологические расы паразитов возникают в ходе сопряженной эволюции паразита и хозяина. Со сменой сортов и гибридов появляются новые расы, приспосабливающиеся к новым генотипам хозяина. О серьезности проблемы свидетельствует и тот факт, что компанией Syngenta в 2013 г. основан первый в мире Научно-исследовательский центр по изучению заразики и контролю этого растения-паразита в посевах подсолнечника (Broomrape Centre of Excellence).

В 2015 г. в Грузии из общей площади 1838 га посевов подсолнечника гибель растений от заразики достигала 40 %. Учитывая характерную особенность паразита – поражать корневую систему подсолнечника, необходимо сочетание различных способов и приемов для ее эффективного контроля. В настоящее время эффективным подходом для контроля паразита *O. cumana* считают успешное сочетание агротехнических мероприятий (соблюдение севооборотов и сроков сева), генетического метода защиты (создание заразикустойчивых сортов и гибридов) и гербицидный контроль [3].

Высокую эффективность показывает технология Clearfield® (чистое поле). Ведущие мировые компании создают гербициды, уничтожающие практически все расы заразики, а также другие проблемные сорные растения при обработке в фазе 4–8 листьев культуры, а также коммерческие гибриды подсолнечника, адаптированного к технологии Clearfield® [4]. В исследованиях Демурина Я.Н. и Перстневой А.А. (2011) показано, что использование гербицидов ALS-ингибирующего типа (имидазолиноны – Евро-Лайтнинг®, сульфонилмочевины – Гранстар) имеет высокую эффективность в уничтожении клубеньков высоковирулентной расы заразики в Ростовской области [5].

Возможностям биоконтроля представителей р. *Orobanchе* посвящен ряд мировых публикаций. Показана перспективность использования гербифагов и микопаразитов (грибов и бактерий) в экологически безопасной защите сельскохозяйственных культур от заразики [6–7].

В связи с этим, целью наших исследований была оценка эффективности различных подходов к контролю заразики подсолнечника в условиях Грузии.

Материалы и методы исследований. Полевые экспериментальные исследования проведены в 2015 г. в ходе различных

опытов на площадях территориальных органов муниципалитета Сигнахи, село Магаро, Грузия. В опытах использовали районированные сорта подсолнечника: Лакомка, Донской-60, Казачка, а также гибриды Санай, Нк Фортим, Тутти, Нк Тристан, Нк Алего, Коломби, Опера пр, Трансол, интродуцированные из Швейцарии (Syngenta).

В исследованиях оценивали эффективность гербицидов: Afalon® (linuron 450 г/л) – 2–3 л/га; Efdal Ocmost (240 г/л Oxyfluorfen 2-chloro-O±, O±, O±-trifluoro-p-tolyl 3-ethoxy-4-nitrophenyl ether) – 0,8-1 л/га, Efdal Penalin 330 EC (330 г/л Pendimethalin N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine) – 5–6 л/га, Фюзилад форте (150 г/л флуазифоп-п-бутила) – 0,75–1,5 л/га, Illoxan CE (378 г/л diclofop-methyl) – 3–3,5 л/га; Рейсер КЭ (250 г/л флуорохлоридона) – 3–4 л/га [8].

Оценку эффективности послевсходовых гербицидов Евро-Лайтнинг®, ВРК (15 г/л имазапира, 33 г/л имазамокса) и Каптора, ВРК (15 г/л имазапира, 33 г/л имазамокса) оценивали в отношении районированных сортов подсолнечника.

В исследованиях по оценке эффективности биологического контроля заразики использовали штамм фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (Israel).

Закладку и проведение полевых экспериментов осуществляли в соответствии с методическими указаниями [9].

Результаты и их обсуждение. Для защиты растений подсолнечника от заразики применяют ряд приемов: селекция устойчивых сортов и гибридов, предохранение от распространения семян, уничтожение паразита в посевах до образования им соцветий и семян, севообороты, использование гербицидов. Известно, что устойчивые гибриды подсолнечника выполняют фитосанитарную функцию в почве. При густоте стояния в 40 тысяч растений на 1 га заразикуустойчивый гибрид способен уничтожить 25,6 миллиона штук семян заразики (Хатнянский В.И., ВНИИМК, 1984).

В наших исследованиях в результате применения гербицидов почвенного действия Afalon®, Efdal Ocmost, Efdal Penalin 330 EC их биологическая эффективность составила 70–80%. Биологическая эффективность гербицидов Фюзилад форте; Illoxan CE; Рейсер варьировала от 72 до 83%.

Оценка эффективности послевсходовых гербицидов Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК была проведена при

возделывании районированных сортов подсолнечника Лакомка, Донской-60 и Казачка. Как показали результаты исследований, данные гербициды высокоэффективны против заразики – их биологическая эффективность достигала 75%. Однако, при применении препаратов Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК отмечена фитотоксичность в отношении исследованных сортов подсолнечника. Действующие вещества гербицида – имазапир и имазамокс быстро поглощаются через листья, а также проникают в растения через корни, ингибируют фермент ацетолактатсинтазу, который является катализатором биосинтеза аминокислот: валина, лейцина и изолейцина. Ингибирование фермента блокирует синтеза белка, что, в свою очередь, приводит к гибели сорных растений. Известно, что большинство сельскохозяйственных культур, в т.ч. обычные сорта и гибриды подсолнечника, высокочувствительны к гербициду Евро-Лайтнинг®, который может вызывать сильное угнетение и гибель культурных растений [10]. Наши наблюдения показали, что первые симптомы фитотоксичности проявились на 3-и сутки после опрыскивания, в дальнейшем отмечено развитие хлороза и увядание растений (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Развитие хлороза в посевах подсолнечника сорта Лакомка после обработки гербицидами Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК



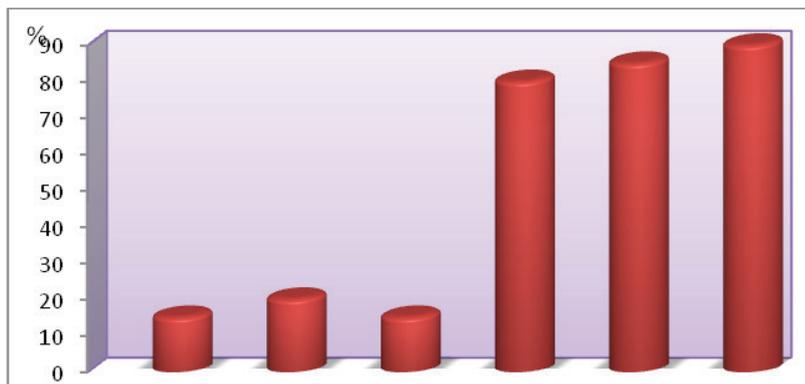
Рисунок 2 – Развитие увядание в посевах подсолнечника сорта Донской-60 после обработки гербицидами Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК

У поврежденных растений районированных сортов подсолнечника корзинка не развивалась. Что касается гибридов подсолнечника Санай, Нк фортим, Тутти, Тристан, Алего, Коломби, Опера пр, Трансоль, при биологической эффективности против заразики препаратов Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК на уровне 80–90 % симптомов фитотоксичности отмечено не было (рис.3).

Развитие фитотоксичности испытанных гербицидов на гибридах и районированных сортах подсолнечника представлено на рис. 4.



Рисунок 3 – Посев гибрида подсолнечника Санай после обработки гербицидами Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК



Казачка Донской-60 Лакомка Санай НкФортим Тутти
Сорта, гибриды

Рисунок 4 – Фитотоксичность гербицидов Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК в отношении гибридов и районированных сортов подсолнечника (по проценту растений без признаков фитотоксичности)

Исследования позволили ранжировать исследованные сорта и гибриды на 2 группы: с высокой (Казачка, Донской-60, Лакомка) и низкой (Санай, Нк Фортим, Тутти) чувствительностью к гербицидам Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК. Таким образом, несмотря на то, что биологическая эффективность данных препаратов против заразики была достаточно высокой, они проявили фитотоксичность в отношении районированных сортов подсолнечника.

Биологическая борьба с сорной растительностью является перспективным экологически безопасным направлением, однако его сложность обусловлена слабой изученностью вопроса. Механизм активности биогербицидов основан на способности фитопатогенов синтезировать различные фитотоксины, которые влияют на метаболизм растений. Потенциальной группой микроорганизмов для биоконтроля сорной растительности считают фитопатогенные грибы.

Нами были получены положительные результаты по использованию фитопатогенного гриба, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (израильский штамм) в отношении паразита *O. cimana*. Было установлено, что данный штамм фитопатогенного гриба не провоцирует заболевание подсолнечника и вызывает гибель заразики. В ряде лабораторных и полевых экспериментов на подсолнечнике сорта Донской-60 было установлено, что

5-кратное применение фитопатогенного гриба (100 мл суспензии/растение) с интервалом 2 недели, начиная через 25–30 дней после посева (стадия подсолнечника – 8–10 листьев), позволило контролировать развитие заразики. В вариантах с использованием биоагента отмечено сильное угнетение развития соцветий *O. cumanana*, а также подземных органов паразита. В ходе проведения исследований не выявлено патогенного действия изученного штамма микроорганизма на растения подсолнечника.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разработки комплексного подхода к контролю заразики подсолнечной в Грузии и предпосылкой для начала поисков – изоляции и детекции местных штаммов грибов, патогенных для *O. cumanana* с целью разработки микогербицидного препарата.

Заключение. Результаты наших исследований показали, что в почвенно-климатических условиях Грузии высокой эффективностью (80–90%) в контроле заразики кумской, или подсолнечной *Orobanche cumanana* Wallr. обладают гербициды Евро-Лайтнинг®, ВРК и Каптора, ВРК.

Установлена фитотоксичность исследованных гербицидов в отношении районированных сортов подсолнечника, а также толерантность новых интродуцируемых гибридов к гербицидам группы имидазолинонов.

Использование микроорганизмов с селективной гербицидной активностью является перспективным направлением в контроле *O. cumanana*. В связи с этим необходим поиск эффективных местных штаммов микробиоагентов.

Для эффективного снижения численности *O. cumanana* наряду с использованием гербицидов необходимо соблюдение агротехнических приемов возделывания подсолнечника: наличие 10-летнего севооборота, в условиях Грузии – посев культуры в середине мая.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта # 5901 SRNSF-STCU.

Список литературы

1. Бейлин, И. Г. Цветковые полупаразиты и паразиты / И. Г. Бейлин. — М. : Наука, 1968. — 118 с.
2. Кевхишвили, В. Технология производства подсолнечника / В. Кевхишвили. – Тбилиси. – 2003. – 300 с. (на груз. яз.).
3. Dominguez, J. Estimating effects on yield and other agronomic parameters in sunflower hybrids infested with the new races of sunflower broomrape / J. Dominguez // 14th Intern. Sunflower Conference, Beijing / Shenyang, PR China, June 12–20, 1996. – Disease tolerance in sunflower: Proceedings Symposium I. – Beijing: International Sunflower Association, 1996. – P. 118–123.

4. Заразиха (методы борьбы) / Mode of access: <http://sai2007.com.ua/a97234-zarazihametody-borby.html>

5. Демурин, Я.Н., Перстенева, А.А. Влияние ALS-ингибиторов на клубеньки заразихи у гербицидоустойчивых линий подсолнечника // Я.Н. Демурин, А.А. Перстенева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2011. – Вып. 1. – С. 146–147.

6. Recent advances in the biocontrol of *Orobanche* (broomrape) species / Z. Amsellem [et al.] // BioControl. – 2001. – Vol. 46 (12). – P. 211–228.

7. The effects of *Fusarium oxysporum* on broomrape (*Orobanche egyptiaca*) seed germination / Hasannejad S. [et al.] // Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. – 2006. – Vol. 71(3). – P. 1295–1299

8. Список пестицидов и агрохимикатов, допущенных для применения на территории Грузии. – Тбилиси, 2015. – 444 с.

9. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – Москва: Колос, 1981. – 46 с.

10. Евро-лайтнинг® / Mode of access: http://www.agro.basf.ru/agroportal/ru/ru/products_and_crops/_products_and_crops_m_product_catalogue_ru/product_details_1424.html.

Ts. Chkhubianishvili¹, L. Tsivilashvili², I. Malania¹, M. Kakhadze¹

¹ Kanchaveli L. Institute of Plant Protection, Dep. of Biological Control, Agricultural University of Georgia, Tbilisi

² Scientific Research Center of Agriculture, Dep. of IPM, Tbilisi

OROBANCHE CUMANA WALLR. CONTROL IN SUNFLOWER CROPS IN GEORGIA

Annotation. The results of researches on the efficiency of herbicides to control *Orobanche cumana* Wallr. in sunflower crops in Georgia are presented. High efficiency of herbicides Euro-Lightning, WDC and Captor, WDC decreasing *Orobanche cumana* Wallr number for 80–90% is determined. The phytotoxicity of a set of herbicides in relation to sunflower plants is studied and different level of sensitivity of local and regionalized varieties and hybrids to the studied preparations is marked. A possibility of the parasite biological control is shown.

Key words: sunflower, broomrape, *Orobanche cumana*, herbicides, efficiency, phytotoxicity, biocontrol

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ЛАВИНА, КС В ПОСЕВАХ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ (*PHASELIA TANACETIFOLIA* BENTH.)

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

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения гербицида лавина, КС (метамитрон, 700 г/л) в посевах фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Изучены различные схемы внесения гербицида – до всходов культуры, в период вегетации и его последовательное внесение в два срока. Установлено, что внесение гербицидов целесообразно только при высокой исходной засоренности участка в условиях высокой вредоносности сорняков. В условиях избыточного увлажнения гербицид лавина, КС может оказывать фитотоксическое действие на культуру. Наиболее целесообразно однократное применение гербицида лавина, КС в норме 2,0 л/га в фазу 2–4 листьев культуры в ранние фазы роста сорняков.

Ключевые слова: фацелия пижмолистная, сорные растения, вредоносность, гербициды, эффективность, фитотоксичность

Введение. Фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) – одна из лучших и востребованных медоносных культур. Медопродуктивность фацелии достигает, по разным источникам, 200–700 кг/га. Фацелия – культура интенсивного роста, однако в условиях прохладной весны сорные растения конкурируют с культурой, снижая урожай [1–2].

Посевы фацелии могут засорять малолетние двудольные сорняки – марь белая, ярутка полевая, звездчатка средняя, виды горца, пикульник обыкновенный, галинсога мелкоцветковая и др. Технология возделывания культуры испытывает недостаток в ассортименте гербицидов, способных снизить численность данных видов сорных растений до экономически неощутимого уровня. Целью исследований было определить возможность использования для этих целей гербицида лавина, КС (метамитрон, 700 г/л) при различных схемах его внесения.

Литературные сведения по возможности применения в посевах фацелии пижмолистной гербицидов на основе метамитрона противоречивы.

Изучение гербицидов с данным действующим веществом проводилось в Польше в 1997–1998 г. Гербициды голтикс, ВГ

и метрон, КС (метамитрон, 700 г/кг) в норме 4,0 кг(л)/га вносили до всходов фацелии и в период вегетации. В среднем за 2 года отмечалось увеличение урожая семян на 0,6 ц/га при внесении до всходов культуры и 1,0–1,1 ц/га (в период вегетации), массы 1000 семян – на 0,16–0,19 г и 0,15–0,19 г, соответственно. Сорные растения погибали в среднем на 79% (внесение до всходов) и 63–73% (внесение в период вегетации культуры). Повреждения листьев фацелии и угнетение роста растений без отрицательного влияния на урожайность культуры отмечались лишь при внесении гербицида в период вегетации культуры [4].

По данным польских исследователей в 2005–2006 г. при внесении гербицида голтикс, ВГ в норме 4,0 кг/га до всходов фацелии отмечена высокая гибель ярутки полевой, звездчатки средней, пикульника обыкновенного, мари белой, фиалки полевой. Исследователи зафиксировали фитотоксическое действие на культуру; урожай семян по сравнению с контролем без обработки снижался на 1,0 ц/га [3].

Методика проведения исследований. Исследования проводились в 2011–2013 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве трехкратной повторности. Сроки сева фацелии – 19.05.2011 г., 04.05.2012 г. и 13.05.2013 г. Способ сева – широкорядный с шириной междурядий 45 см. Норма высева – 10 кг/га. Под посев были внесены удобрения из расчета $N_{60-90} P_{60-90} K_{90-110}$.

Гербицид лавина, КС вносили по следующим схемам: до всходов (ДВ), в период вегетации культуры (ПВ) (в фазу 1–2 пары настоящих листьев культуры) в ранние фазы роста сорняков, последовательно – до всходов и в период вегетации (ДВ–ПВ) и в период вегетации двукратно (ПВ–ПВ). Эффективность гербицида определяли по стандартным методикам путем наложения учетных рамок 0,25 м². Учет надземной массы фацелии и урожая семян проводили вручную.

Результаты исследований. В 2011 г. в период внесения гербицидов (3 декаде мая – 1 декаде июня) ощущался недостаток влаги в почве. В целом погодные условия вегетационного сезона можно охарактеризовать как достаточно теплые и засушливые. В 2012 г. температурные условия благоприятствовали росту и развитию растений, понижение температуры воздуха отмечалось только в 1 декаде июня. Недостаток осадков отмечался в 1 и 3 декаде мая, 2 и 3 декаде июня, 2 декаде июля. Количество осадков во 2 декада мая составило 159% от нормы. В 2013 г. влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного сезона была высокая: сумма осадков в мае и 1 декаде июня почти в 1,5 раза превышала среднеголетние показатели, затем до

середины июля отмечался засушливый период. Температура воздуха в мае-июле была выше или в пределах нормы.

В 2011 г. гербицид лавина применяли 22 мая (ДВ) и 8 июня (ПВ).

Численность сорных растений перед внесением гербицида лавина, КС (ПВ) составляла 183,2 шт/м², в т.ч. мари белой – 55,2, звездчатки средней – 8,0, видов горца – 10,8, пикульника обыкновенного – 43,2, подмаренника цепкого – 15,6, проса куриного – 16,0, фиалки полевой – 8,4 шт/м². В условиях 2011 г. культура показала высокую скорость роста и была достаточно конкурентоспособна по отношению к сорным растениям. Учеты, проведенные 14 июля, показали, что как в контроле без внесения гербицида, так и на делянках с его внесением численность сорняков колебалась от 2,9 до 4,0 шт/м² с массой 53,2–81,4 г/м² (табл.).

Оценить эффективность гербицидов в таких условиях не представлялось возможным, поскольку отмечалось естественное подавление сорняков культурой.

Зеленая вегетативная масса растений фацелии между вариантами статистически не отличалась и составляла 6979,6 г/м² в контрольном варианте, 6224,4–7271,7 г/м² – при внесении гербицида лавина, КС (ДВ) и 6998,5–7475,7 г/м² – лавина, КС (ПВ). Урожай семян был на уровне контроля без обработки (2,60 ц/га) и колебался от 2,55 до 2,66 ц/га.

В 2012 г. схема опыта была расширена (табл.). Были включены варианты с двукратным внесением гербицида (ДВ–ПВ и ПВ двукратно). Гербицид лавина, КС вносили 4 мая (ДВ), 4 и 21 мая (ДВ–ПВ), 14 мая (ПВ), 14 и 21 мая (ПВ двукратно).

Видовой состав сорных растений был представлен главным образом марью белой. Учеты засоренности проводили перед каждой обработкой с целью оценки динамики появления всходов сорняков. Было отмечено, что по состоянию на 14.05 (первая обработка в период вегетации) численность сорных растений в посевах фацелии составляла в контрольном варианте 184,0 шт/м², доминирующим сорняком являлась мари белая – 165,3 шт/м². Гербицид лавина, КС, при его внесении до всходов культуры, практически не повлиял на засоренность посевов, что может быть связано с сухим состоянием почвы. Численность сорняков на делянках составляла 182,0–157,3 шт/м². Учеты, проведенные перед второй обработкой (ПВ) 21.05, показали, что общее количество всходов сорняков в контроле без обработки увеличилось до 673,3 шт/м², причем засоренность марью белой составила 430,7 шт/м². Засоренность на вариантах, где гербицид лавина, КС вносили до появления всходов культуры была ниже контроля на 4,2–9,0%, первая же обработка гербицидом лавина, КС снизила численность сорняков на 35–49%, причем мари белая погибала на 46,4–47,1%.

Таблица – Эффективность применения гербицида лавина, КС в посевах фацелии пижмолистной (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма внесения	Срок внесения	Численность сорняков, шт/м ²	Масса сорняков, г/м ²	Урожай надземной массы, г/м ²	Урожай семян, ц/га
<i>2011 г.</i>						
Контроль	–	–	4,0	81,4	6979,6	2,60
Лавина, КС	2,0	ДВ	3,0	76,7	7271,7	2,65
Лавина, КС	3,0	ДВ	2,9	53,2	6224,4	2,55
Лавина, КС	1,5	ПВ	3,3	76,6	6998,5	2,60
Лавина, КС	2,0	ПВ	2,9	75,5	7475,7	2,66
НСР ₀₅					910,6	0,45
<i>2012 г.</i>						
Контроль	–	–	97,3	2088,0	1751,3	0,81
Лавина, КС	2,0	ДВ	92,6	1986,0	1960,3	0,99
Лавина, КС	3,0	ДВ	83,3	1902,0	2273,3	0,96
Лавина, КС	1,5	ПВ	52,0	961,0	3742,0	2,35
Лавина, КС	2,0	ПВ	48,3	840,0	4118,0	2,46
Лавина, КС	2,0–2,0	ДВ–ПВ	46,0	896,0	4161,0	2,58
Лавина, КС	3,0–2,0		42,6	809,3	4239,7	2,69
Лавина, КС	1,5–2,0	ПВ	44,0	846,0	4001,7	2,51
Лавина, КС	2,0–2,0	двукратно	40,7	762,0	4187,0	2,45
НСР ₀₅					705,2	0,45
<i>2013 г.</i>						
Контроль	–	–	26,7	303,1	1634,8	1,72
Лавина, КС	2,0	ДВ	20,7	292,4	1052,6	1,59
Лавина, КС	3,0	ДВ	11,3	131,0	1176,5	1,58
Лавина, КС	2,0–2,0	ДВ–ПВ	14,0	143,0	1016,3	1,48
Лавина, КС	3,0–2,0		12,0	130,0	1103,0	1,69
НСР ₀₅					252,6	0,46
Контроль	–	–	27,3	180,0	1160,7	1,93
Лавина, КС	1,5	ПВ	19,3	95,3	1025,6	1,91
Лавина, КС	2,0	ПВ	15,3	72,3	1029,0	1,91
Лавина, КС	1,5–2,0	ПВ	16,0	70,0	836,5	1,60
Лавина, КС	2,0–2,0		двукратно	15,3	61,0	676,3
НСР ₀₅					205,1	0,39

Примечание. ДВ – до всходов, ПВ – период вегетации

Количественно-весовой учет, проведенный 26 июня, показал, что в варианте без обработки численность сорняков вследствие конкуренции с культурой снизилась до 97,3 шт/м², их масса составила 2088,0 г/м². В вариантах лавина, КС (ДВ) численность

и масса сорняков были на уровне контрольного варианта (83,3–92,6 шт/м² с массой 1902,0–1986,0 г/м²).

Численность сорняков в вариантах с внесением гербицида лавина, КС по схемам (ПВ, ДВ–ПВ, ПВ двукратно) была практически на одном уровне и колебалась от 40,7 до 52,0 шт/м² с массой 1062,0–1261,0 г/м². Общая численность сорняков снижалась на 54,0–63,5 %, причем марь белая погибала на 84,9–100 %, отмечалось нарастание численности бодяка полевого и осота полевого, что и снизило общую эффективность химической прополки. Достоверное увеличение надземной массы фацелии и урожая ее семян отмечалось во всех вариантах с применением гербицида лавина, КС в период вегетации. Сохраненный урожай семян фацелии составил 1,54–1,88 ц/га.

В 2013 г. гербицид лавина, КС вносили 16 мая (ДВ), 16 и 5 июня (ДВ–ПВ), 27 мая (ПВ), 27 мая и 5 июня (ПВ двукратно).

Видовой состав сорных растений был представлен, главным образом, марью белой. Количественный учет, проведенный 27 мая показал, что численность сорных растений в контроле составила 32,0 сорняка/м², на делянках, где вносили гербицид лавина, КС (ДВ) в норме 2,0–3,0 л/га их численность снижалась на 34,0–62,4 %. При обработке 5 июня, численность сорных растений в контроле практически не изменилась и составила 36,0 шт/м². Гибель сорных растений составляла в варианте лавина, КС (ДВ) – 28,4–44,6 %, лавина, КС (ПВ) – 32,0–48,6 %.

Численность и масса сорных растений при количественно-весовых учетах 19 июня была невысокой – 26,7–27,3 шт/м² с массой 180,0–303,1 г/м² в контроле без обработки. В варианте лавина, КС (ДВ) численность сорных растений снизилась на 29,3–57,7 %, их масса – на 3,5–56,8 %, лавина, КС (ДВ–ПВ) – на 47,6–55,1 и 52,8–57,1 %, соответственно.

При послевсходовом внесении гербицида его эффективность колебалась от 22,0 до 44,0 % по численности и 47,0–59,8 % по массе в варианте лавина, КС (ПВ) и от 41,4 до 44,0 % по численности и 61,1–66,1 % по массе в варианте лавина, КС (ПВ двукратно).

При внесении препарата лавина, КС (ДВ) и (ДВ–ПВ) отмечалось достоверное снижение надземной массы фацелии пижмолистной на 458,3–618,5 г/м². При внесении гербицида лавина, КС в период вегетации наблюдалось фитотоксическое действие на культуру. Снижение надземной массы составило 131,8–135,2 г/м² в варианте с его однократным внесением и достоверное по отношению к контролю на 324,2–484,4 г/м² при схеме лавина, КС (ПВ двукратно). Такая ситуация могла быть вызвана повышенной активностью метамитрона в условиях высокой влагообеспеченности почвы и

повышенной температуры воздуха. Снижение урожайности семян фацелии отмечалось при всех схемах внесения гербицида, хотя и было в пределах ошибки опыта.

В среднем за годы исследований гербицид лавина, КС при внесении по семядолям сорняков в норме 2,0 л/га способен успешно контролировать (гибель 80–90 %) в посевах фацелии пижмолистной-такие сорные виды как ярутка полевая, торица полевая, пастушья сумка, ромашка непахучая, горец вьюнковый и шероховатый, марь белую, щирицу запрокинутую. Менее эффективен он в отношении звездчатки средней, фиалки полевой, пикульника обыкновенного (гибель на уровне 60–70 %). Практически не действует гербицид на многолетние двудольные сорняки и подмаренник цепкий. В более поздние фазы развития сорняков его эффективность, даже в отношении чувствительных видов, значительно снижается. Средняя эффективность гербицида при смешанном сорном ценозе в годы исследований составляла около 50 %.

Выводы. Применение гербицидов в посевах фацелии не всегда оправдано. При активном развитии культура самостоятельно подавляет сорняки и не нуждается в применении гербицидов. В годы исследований только в один год из трех сорные растения опережали рост культуры, их вредоносность была значительна, а внесение гербицидов целесообразно.

Эффективность применения гербицида лавина, КС до всходов фацелии в норме 2,0–3,0 л/га является очень нестабильной, значительно снижаясь в условиях низкой влагообеспеченности почвы.

Применение гербицида лавина, КС в период вегетации по схемам: 1,5–2,0 л/га однократно или последовательно – 1,5–2,0 л/га в первую обработку и 2,0 л/га во вторую снижает засоренность на 46,6–58,1 % и в меньшей мере зависит от почвенных условий.

Гербицид лавина, КС при внесении в ранние фазы роста сорняков способен успешно контролировать в посевах фацелии пижмолистной такие сорные виды как ярутка полевая, торица полевая, пастушья сумка, ромашка непахучая, горец вьюнковый и шероховатый, марь белую, щирица запрокинутая.

В условиях избыточного увлажнения гербицид лавина, КС как при довсходовом, так и послевсходовом внесении может оказывать фитотоксическое действие на культуру, подавляя рост растений фацелии и снижая урожай семян.

Поскольку разница в биологической и хозяйственной эффективности между однократным и двукратным применением гербицида незначительна, с учетом возможного фитотоксического эффекта и экономической целесообразности, приемлемым для защиты посевов фацелии пижмолистной от однолетних двудольных сорняков

в условиях, когда сорные растения могут ощутимо снизить урожай фацелии, является однократное внесение гербицида лавина, КС в норме 2,0 л/га в фазу 1–2 пар настоящих листьев культуры в ранние фазы роста сорняков.

Список литературы

1. Якимович, Е.А. Оценка конкурентоспособности лекарственных и медоносных культур к сорной растительности / Е.А. Якимович // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение: сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конф., Гродно, 5–6 июня 2014 г. / ГГАУ. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С 264–266.
2. Якимович, Е.А. Вредоносность сорных растений в посевах фацелии пижмолистной / Е.А. Якимович // Сорные растения и пути ограничения их вредоносности: тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. памяти Н.И. Протасова и К.П. Паденова, Минск–Прилуки, 30 июня – 3 июля 2015 г. / РУП «НПЦ по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 164–166.
3. Kaczmarek, S. Weed control efficacy and selectivity of herbicides in Phaceliatanacetifolia cultivation / S. Kaczmarek, K. Adamczewski. – Progress in plant protection. – 2007. – Vol. 47 (№ 3). – P. 125–128.
4. Radziszewski, J. Usefulness of herbicides to weeds control in Phacelia crops / J. Radziszewski, H. Rola. – Progress in Plant Protection. – 1999. – № 39(2). – P. 629–632.

E.A. Yakimovich

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

EFFICIENCY OF HERBICIDE LAVINA, SC IN TANCY PHACELIA (*PHACELIA TANACETIFOLIA* BENTH.)

Annotation. In the article a possibility of the herbicide lavina, SC (metamitron, 700 g/l) application in tancy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth) crops is stated. Different schemes of the herbicide application – pre-emergent, during vegetation and its successive application in two periods are studied. It is determined that the herbicides application is expedient only at high initial plot weed infestation under conditions of high weed harmfulness. Under surplus moistening the herbicide lavina, SC can render a phytotoxic effect on the crop. The most expedient is a single application of the herbicide lavina, SC at the rate of 2,0 l/ha at 2–4 leaves of the crop during early stages of weed growth stages.

Key words: tancy phacelia, weed plants, harmfulness, herbicides, efficiency, phytotoxicity

Е.А. Якимович¹, А.С. Чубарова², М.А. Капустин², П.М. Кислушко¹

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

²Белорусский государственный университет, г. Минск

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПОЧВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В ПОСЕВАХ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ

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

Аннотация. Проведено изучение биологической и хозяйственной эффективности применения гербицидов почвенного действия на основе д.в. прометрин (Гезагард, КС, Прометркс Фло, КС) и пендиметалин (Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ, Стомп профессионал, МКС) в посевах расторопши пятнистой; комплексное исследование влияния их применения на синтез флаволигнанов и их соотношение, накопления остаточных количеств препаратов в продукции. Установлено, что изученные гербициды снижают засоренность посевов в среднем на 70–90 %, позволяют сохранить 3,2–5,3 ц/га урожая плодов культуры, не вызывают накопления остаточных количеств пестицидов в продукции и не ухудшают качество получаемого сырья.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, сорные растения, гербициды, сохраненный урожай, флаволигнаны, силимарин, остаточные количества.

Введение. Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.) возделывается в Республике Беларусь на площади в 30–50 га.

Плоды расторопши пятнистой богаты флаволигнанами – веществами, относящимися к группе фенолпропаноидных соединений, сумма которых называется силимарин [1]. Сухие плоды могут содержать от 1 до 4 % флаволигнанов [2]. Преобладающими флаволигнанами, содержащимися в силимарине являются: силибинин, силикристин и силидианин [3].

В качестве растительного лекарственного сырья используют зрелые плоды расторопши пятнистой, из которых получают экстракты и концентрированные вытяжки фракций флавоноидов (силимарин) [4, 5].

В исследованиях *in vitro* и *in vivo* установлено, что силимарин и входящие в его состав флаволигнаны проявляют ряд важных биологических активностей, таких как стимуляция синтеза белка и регенерации гепатоцитов (гепатопротекторная активность), проявляют прямую антиканцерогенную активность в отношении

некоторых раковых клеток человека, а также показаны антидиабетическая, гиполипидемическая, противовоспалительная, противовирусная, кардиопротекторная и нейропротекторная активности [4, 6]. Расторопша пятнистая является не единственным источником флаволигнанов, но по количественному содержанию этих биологически активных веществ превосходит другие источники, вследствие этого является ценным лекарственным сырьем [7].

Препараты из расторопши усиливают образование и выведение желчи, секреторную и двигательную функцию желудочно-кишечного тракта, повышают защитные функции печени по отношению к инфекции и различного рода отравлениям.

В работах [8, 9, 10, 11] отмечено, что содержание биологически активных веществ в плодах расторопши пятнистой может колебаться в зависимости от условий произрастания растения: от климата, влажности, текстуры почвы, высотой над уровнем моря и освещенности, а также от техники культивирования, использования удобрений или гербицидов [12, 13]. Эти колебания могут касаться не только суммы флавоноидов, но и содержания отдельных флаволигнанов [14, 15].

Одним из важнейших элементов интенсивной технологии возделывания расторопши пятнистой является применение гербицидов – химических соединений для борьбы с сорными растениями, т.к. потери урожая плодов расторопши пятнистой вследствие конкуренции с сорняками могут достигать 70–86% при широкорядном и 56–79% при узкорядном способе посева. Поскольку прополка посевов должна быть выполнена до фазы розетки-стеблевания культуры, большое значение для расторопши пятнистой приобретают гербициды почвенного действия, внесение которых обеспечивает чистоту посевов на самых ранних этапах развития культуры [16].

Вопросам изучения биологической и хозяйственной эффективности применения гербицидов в посевах расторопши пятнистой, комплексного исследования влияния их применения на синтез флаволигнанов и их соотношение, накопления остаточных количеств препаратов в продукции и посвящены наши исследования.

Материалы и методика. Исследования по изучению эффективности гербицидов в борьбе с сорняками в посевах лекарственных растений проводили в соответствии с общепринятыми методиками [17, 18]. Полевые мелкоделяночные опыты проводились в посевах расторопши сорта Золушка на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского

района) в 2013–2015 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,1–2,2%, P_2O_5 – 153–168 мг/кг, K_2O – 163–240 мг/кг почвы и pH 4,4–6,2. Предшественники: в 2013 и 2015 гг. – озимое тритикале, 2014 г. – яровой ячмень. Весной проводили ранневесеннюю культивацию почвы с внесением минеральных удобрений из расчета $N_{90}P_{90}K_{90}$. Культуру высевали 02.05.2013 г., 18.04.2014 г., 04.06.2015 г. с шириной междурядий 15 см. Глубина заделки семян – 3–4 см. Уборка урожая выполнялась методом прямого комбайнирования (08.08.2013 г., 01.08.2014 г., 10.09.2015 г.).

Площадь опытной делянки 10–20 м², повторность трех-четырёхкратная, расположение делянок последовательное однорядное. Гербициды вносили методом сплошного опрыскивания ручным опрыскивателем «Jacto». Расход рабочего раствора 300 л/га.

Были изучены гербициды на основе 2 действующих веществ: пендиметалин – Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ (330 г/л), Стомп профессионал, МКС (455 г/л) и прометрин – Гезагард, КС (500 г/л) и Прометрекс Фло, КС (500 г/л).

Гербициды вносили в период после посева до появления всходов сорных растений (06.05.2013 г., 18.04.2014 г., 09.06.2015 г.). С целью определения эффективности гербицидов через месяц после обработки проводили количественный (09.06.2013 г., 27.05.2014 г., 08.07.2015 г.), через полтора – количественно-весовой учет засоренности (20.06.2013 г., 11.06.2014 г., 24.07.2015 г.).

Обработку результатов проводили с использованием методики Б.А. Доспехова [19], компьютерных программ Excel и Oda.

После проведения уборки посевов и доведения семян до кондиционной чистоты и влажности для проведения анализов поделяночно были отобраны пробы плодов. Исследования по влиянию применения гербицидов на накопление флаволигнанов в плодах расторопши пятнистой были проведены в НИЛ прикладных проблем биологии Белорусского государственного университета. Анализировались пробы 2014 и 2015 гг. исследований.

Экстракцию флаволигнанов из плодов расторопши пятнистой осуществляли 80% этиловым спиртом при температуре 65°C при соотношении сырья и экстрагента – 1:20. Для максимального извлечения флаволигнанов процедуру экстракции проводили трехкратно.

ВЭЖХ проводили на жидкостном хроматографе Agilent 1100 (Agilent Technologies, США). Разделение проводили на колонке Диасфер С18 (250x4,6 мм, размер частиц 5 мкм) при температуре колонки 40°C. В качестве подвижной фазы применяли смесь

бидистиллированной воды, подкисленной фосфорной кислотой до pH 2,3, и метанола. Относительное содержание отдельных флаволигнанов в экстрактах плодов рассчитывали по площадям соответствующих пиков с помощью программного обеспечения ChemStation for LC 3D systems (Agilent Technologies, США). В качестве стандартных образцов использовали коммерческие препараты силимарина и силибинина (Sigma, США), а также силидианин, силикрестин, силибинин и изосилибинин, полученные и охарактеризованные хромато-масс-спектрометрическим анализом в НИЛ прикладных проблем биологии [20]. Количественную оценку флаволигнанов осуществляли по калибровочному графику, построенному по результатам ВЭЖХ стандартов: силибинина и силидианина ($y=1637x$, $R^2=0,999$).

Определение остаточных количеств гербицидов в плодах расторопши пятнистой проводили в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» в соответствии с общепринятыми методиками [21, 22, 23]. Анализ остаточных количеств пендиметалина и прометрина осуществлялся методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе марки «Хьюлетт Паккард». Предел обнаружения – 0,005 мг/кг. Полнота извлечения – 78–92 %.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (решение Научного Совета Фонда от 23.05.2014, договор БРФФИ-БГУ №Б14МВ-020 от 23 мая 2014 г., договор БГУ-РУП «Институт защиты растений» №8/03-14 от 23 мая 2014 г.).

Результаты исследований. Погодные условия в годы проведения исследований. В 2013 г. в первой декаде апреля отмечалось значительное похолодание. В дальнейшем температура воздуха была выше среднемноголетней практически в течение всего вегетационного сезона. В апреле ощущался недостаток осадков. Осадки в мае и 1 декаде июня носили неравномерный характер и почти в 1,5 раза превышали среднемноголетние показатели. Вторая половина вегетации была более засушливой. Недостаток осадков и высокая температура воздуха во второй и третьей декадах июня и первой декаде июля способствовали завершению вегетации сорных и культурных растений.

В 2014 г. апрель, 2–3 декады мая, 1 декада июня характеризовались повышенным температурным режимом, ощущался недостаток осадков в апреле-начале мая и избыточное их количество в середине мая-начале июня. Дожди в основном носили ливневый характер.

Прохладная погода наблюдалась во 2–3 декадах июня, дожди отмечались редко. В июле и начале августа наблюдалась достаточно теплая с небольшим количеством осадков погода.

В 2015 г. в апреле-мае наблюдалась теплая погода с достаточным количеством осадков, что создало благоприятные условия для появления всходов, роста и развития культурных растений в начальные фазы их роста. В июне температура воздуха на 0,4–2,8 °С была выше нормы, количество осадков за месяц составило 15 % от нормы. В июле отмечалась температура воздуха близкая к среднегодовым значениям, количество осадков составило только 50 % от нормы. В августе отмечена сильная засуха, которая с жаркими погодными условиями ускорила завершение вегетации всех сельскохозяйственных культур.

Оценка биологической эффективности гербицидов почвенного действия в посевах расторопши пятнистой. В 2013 г. видовой состав сорных растений на участке был представлен главным образом марью белой и просом куриным. При применении гербицидов на основе прометрина – Гезагард, КС (1,5 и 2,0 л/га) и Промерекс Фло, КС (1,5 и 2,0 л/га) сорные растения погибали на 52,5–67,1 %, при этом численность мари белой снижалась на 95,9–100 %, проса куриного – на 40,8–59,8 %. При внесении гербицидов на основе пендиметалина – Стомпа, 33 % к.э. и Эстампа, КЭ в норме 3,0 л/га, Стомпа профессионал, МКС в норме 2,2 л/га мари белая погибала полностью, просо куриное – на 62,7–77,5 %. Общая гибель сорняков составляла 67,3–76,9 % (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицидов почвенного действия в посевах расторопши пятнистой (полевой опыт, аг. Прилуки)

Вариант	Снижение численности сорняков, % к контролю		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вариант без обработки	153,0	164,0	57,0
Гезагард, КС, 1,5 л/га	52,5	52,4	77,2
Гезагард, КС, 2,0 л/га	67,1	56,1	84,2
Прометрекс Фло, КС, 1,5 л/га	63,4	59,1	71,9
Прометрекс Фло, КС, 2,0 л/га	63,2	68,3	82,5
Стомп, 33 % к.э., 3,0 л/га	76,9	93,3	93,0
Эстамп, КЭ, 3,0 л/га	75,8	96,0	87,7
Стомп профессионал, МКС, 2,2 л/га	67,3	88,7	93,0

Примечание. В варианте без обработки – численность сорняков, шт/м².

Таблица 2 – Эффективность гербицидов почвенного действия в посевах расторопши пятнистой (полевой опыт, аг. Прилуки)

Вариант	Снижение численности (в числителе) и массы сорняков (в знаменателе), % к контролю		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вариант без обработки	<u>293,3</u> 3678,7	<u>96,0</u> 2490,0	<u>31,0</u> 3357,0
Гезагард, КС, 1,5 л/га	<u>55,0</u> 75,0	<u>78,1</u> 60,6	<u>74,2</u> 72,7
Гезагард, КС, 2,0 л/га	<u>85,7</u> 81,8	<u>85,4</u> 70,3	<u>75,8</u> 82,1
Прометрекс Фло, КС, 1,5 л/га	76,4 73,5	<u>66,1</u> 65,3	<u>71,0</u> 83,6
Прометрекс Фло, КС, 2,0 л/га	<u>78,4</u> 76,1	<u>88,5</u> 81,7	<u>79,0</u> 90,8
Стомп, 33 % к.э., 3,0 л/га	<u>83,6</u> 74,0	<u>96,9</u> 75,9	<u>93,5</u> 97,0
Эстамп, КЭ, 3,0 л/га	<u>91,8</u> 86,9	<u>96,7</u> 75,5	<u>90,3</u> 91,0
Стомп профессионал, МКС, 2,2 л/га	<u>84,1</u> 79,1	<u>94,8</u> 67,6	<u>91,9</u> 96,1

Примечание. В варианте без обработки – численность сорняков, шт/м² (в числителе) и их масса, г/м² (в знаменателе).

По данным проведенного позже количественного-вещного учета засоренности, при внесении гербицидов Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС в нормах 1,5 и 2,0 л/га мари белая погибала полностью, численность проса куриного снижалась на 55,0–85,7 %, его масса – на 75,0–81,8 %. Гербициды Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ, Стомп профессионал, МКС снижали численность мари белой на 97,8–100 %, ее массу – на 98,3–100 %. Просо куриное погибало на 83,6–91,8 % по численности и 74,0–86,9 % по массе. Общее снижение засоренности составило: для гербицидов на основе прометрина – 55,0–85,7 % по численности и 75,0–81,8 % по массе, для гербицидов на основе пендиметалина – 83,6–91,8 % и 74,0–86,9 % по массе, соответственно (табл. 2).

В 2014 г. несмотря на то, что гербициды почвенного действия были внесены 18.04.2014 г. по увлажненной почве, недостаток осадков в 3 декаде апреля и 1 декаде мая не позволил полностью проявить угнетающее действие препаратов на сорные растения. Максимальную эффективность на уровне 88,7–93,3 % обеспечили гербициды с д.в. пендиметалин – Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС. При этом мари белая погибала на 90,3–97,4 %, ромашка непахучая – на 41,7–66,7 %, пастушья сумка – на 100 %. При внесении гербицидов на основе прометрина – Гезагард, КС (1,5

и 2,0 л/га) и Прометрекс Фло, КС (1,5 и 2,0 л/га) сорные растения погибали на 52,4–59,1%. Численность мари белой снижалась на 51,6–67,1%, ромашки непахучей – на 50,0–83,3%, пастушья сумка погибала полностью.

По данным количественно-весового учета засоренности на делянках, обработанных гербицидами Стомп, 33% к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС, численность сорняков снижалась на 94,8–96,9%, их масса – на 67,6–75,9%. Марь белая погибла на 98,8–100%, пастушья сумка – на 100%, ромашка непахучая – на 42,9–57,1%. Масса данных сорняков снижалась на 99,4–100%, 100% и 42,2–56,6%, соответственно. Обработка гербицидами Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС позволила снизить засоренность на 66,1–88,5% по численности и 60,6–81,7% по массе. Пастушья сумка погибала полностью. Численность мари белой снижалась на 64,9–89,0%, ромашки непахучей – на 42,9–71,4%, их масса – на 85,6–89,1% и 40,2–75,4%, соответственно.

В 2015 г. количественный учет засоренности показал, что при внесении гербицида Гезагард, КС (1,5 и 2,0 л/га) гибель звездчатки средней составила 75,0–100%, мари белой 81,8–87,9%. Василек синий, ромашка непахучая, пастушья сумка погибали полностью. Общая эффективность составила 77,2 и 84,2%. На делянках, обработанных гербицидом Прометрекс Фло, КС (1,5–2,0 л/га), звездчатка средняя погибала на 75,0–100%, марь белая – на 78,8–90,9%, пастушья сумка, василек синий, ромашка непахучая – полностью. Гибель двудольных малолетних сорняков была на уровне 71,9–82,5%. Гербициды Стомп, 33% к.э. (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га) и Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) снизили численность звездчатки средней на 87,5–100%, мари белой – на 97,0%. Общая эффективность составила 87,7–93,0%.

По данным количественно-весового учета на делянках, обработанных гербицидом Гезагард, КС марь белая снизила численность на 68,8–71,9%, массу – на 70,6–83,0%, звездчатка средняя – на 75,0 и 58,8–91,2%. Падалица рапса погибла полностью. Общая эффективность была на уровне 74,2–75,8% по численности и 72,7–82,1% по массе. При внесении гербицида Прометрекс Фло, КС (1,5–2,0 л/га) звездчатка средняя погибала на 75,0–87,5%, ее масса снижалась на 61,8–73,5%. Эффективность против мари белой составила 62,5–68,8% по численности и 85,7–87,8% по массе, против падалицы рапса – на 100%, соответственно. В целом сорняки погибали на 71,0–79,0 по численности и 83,6–90,8% по массе. Гербициды Стомп, 33% к.э. (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га) и Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) снизили численность и массу звездчатки средней на 100%. Гибель мари белой составила 87,5–100%, ее масса снижалась на 91,0–100%. Падалица рапса

погибла полностью. Общая эффективность составила 90,3–93,5 % по численности и 91,0–97,0 % по массе, соответственно.

Действие гербицидов на отдельные виды сорных растений существенно отличалось. Пастушья сумка, падалица рапса, звездчатка средняя, марь белая при внесении гербицидов Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС погибали 80–100 %. Менее чувствительными к прометринам оказались виды горца, снижавшие численность на 60–90 % в зависимости от нормы и погодных условий. Нестабильным было действие гербицидов на растении ромашки непахучей (гибель 50–90 %) и просо куриное (50–70 %).

Гербициды на основе пендиметалина (Стомпа, 33 % к.э, Эстамп, КЭ, Стомп профессионал, МКС) характеризовались меньшей вариабельностью по биологической эффективности в отношении таких видов как марь белая, звездчатка средняя, падалица рапса, гибель которых при их внесении составляла 80–100 %. Они более эффективно подавляли просо куриное, однако уступали прометринсодержащим гербицидам в отношении действия на пастушью сумку. Действие на виды горца и ромашку непахучую сильно варьировало (от 50 до 90 %) в зависимости от погодных условий.

Видно, что в зависимости от погодных условий, определяющих динамику появления всходов сорняков, главным образом влажности почвы, показатели биологической эффективности гербицидов были нестабильны и колебались при применении гербицидов на основе прометрина (Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС) от 52,5 до 84,2 % и пендиметалина (Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС) от 67,3 до 96,0 %. Применение гербицидов почвенного действия было наиболее эффективно в условиях влажной погоды.

Наиболее оптимальные показатели гибели сорняков были получены от применения гербицидов на основе пендиметалина – Стомпа, 33 % к.э (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га), Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га), а также гербицидов Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС в нормах 2,0 л/га. В засушливые периоды вегетации нормы расхода гербицидов Гезагард, КС и Прометрекс Фло, КС 1,5 л/га не позволяли эффективно бороться с сорняками.

Оценка влияния гербицидов почвенного действия на урожайность расторопши пятнистой. Сохраненный урожай при применении гербицидов в 2013 г. составил от 3,1 до 5,1 ц/га, причем максимальную урожайность показали варианты с применением гербицидов Стомп, 33 % к.э. (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га), Гезагард, КС (2,0 л/га) и Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га) (табл. 3).

В 2014 г. сохраненный урожай семян при применении гербицидов составил от 2,1 до 6,0 ц/га, причем максимальную урожайность показали варианты с применением гербицидов Эстамп, КЭ (16,6 ц/га) и Стомп, 33 % к.э. (16,3 ц/га).

Таблица 3 – Влияние гербицидов на урожайность расторопши пятнистой (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность семян, ц/га				Сохраненный урожай, ц/га
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	
Вариант без обработки	6,8	10,6	5,2	7,5	–
Гезагард, КС (1,5 л/га)	9,9	12,7	9,7	10,7	3,2
Гезагард, КС (2,0 л/га)	10,9	12,9	10,0	11,3	3,8
Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га)	10,6	13,4	9,5	11,2	3,7
Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га)	11,6	14,2	9,8	11,9	4,4
Стомп, 33 % к.э. (3,0 л/га)	11,9	16,3	10,3	12,8	5,3
Эстамп, КЭ (3,0 л/га)	11,2	16,6	10,2	12,7	5,2
Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га)	10,1	13,9	10,4	11,5	4,0
НСР ₀₅	2,6	1,9	1,6	1,6–2,6	

В 2015 г. в контроле без обработки урожай семян расторопши пятнистой составил 5,2 ц/га. Применение гербицидов на основе пендиметалина (Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС) повысило урожайность на 5,0–5,2 ц/га, гербицидов на основе прометрина (Гезагард, КС, Прометрекс ФЛО, КС) – на 4,3–4,8 ц/га.

В среднем за три года максимальную урожайность в посевах расторопши (12,7–12,8 ц/га семян) обеспечило применение гербицидов Стомп, 33 % к.э. и Эстамп, КЭ в нормах 3,0 л/га. Сохраненный урожай составил 5,2–5,3 ц/га. Гербициды Гезагард, КС, Прометрекс Фло, КС в норме 2,0 л/га и Стомп профессионал, МКС в норме 2,2 л/га сохранили 3,8–4,4 ц/га урожая семян. Минимальные нормы внесения Гезагарда, КС и Прометрекса Фло, КС были менее эффективны с хозяйственной точки зрения, обеспечив повышение урожайности на 3,2–3,7 ц/га.

Оценка влияния гербицидов почвенного действия на содержание флаволигнанов в плодах расторопши пятнистой. Сравнительный анализ состава силимаринов, полученных из плодов расторопши пятнистой, собранных с разных делянок, показал, что в результате обработки посевов расторопши почвенными гербицидами отмечались изменения как общего содержания флаволигнанов в плодах расторопши, так и содержания отдельных флаволигнанов.

При внесении гербицидов на основе прометрина – Гезагард, КС (1,5 л/га), Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га) и Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га) происходило увеличение содержания суммы флаволигнанов на 28,2±0,7 %, 15,4±0,6 %, и 27,3±1,1 %, соответственно, по сравнению с контрольной выборкой. При

использовании гербицида Гезагард, КС (2,0 л/га) отмечалось снижение содержания суммы флаволигнанов на $1,8 \pm 0,08\%$.

При этом наблюдалось увеличение содержания силикристина по сравнению с контролем на $27,6 \pm 0,5\%$, $26,3 \pm 1,3\%$ и $36,0 \pm 1,5\%$ при применении гербицида Гезагард, КС (1,5л/га), Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га) и Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га), соответственно. И отмечалось снижение содержания силикристина на $10,8 \pm 0,21\%$ при использовании гербицида Гезагард, КС (2,0 л/га). Содержание силидианина увеличивалось на $28,7 \pm 0,4\%$ и $40,4 \pm 0,98\%$ при применении Гезагард, КС (1,5л/га) и Гезагард, КС (2,0 л/га), соответственно. Однако его содержание снижалось при использовании гербицида Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га) и Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га) на $34,8 \pm 1,2\%$ и $7,1 \pm 0,21\%$, соответственно. Содержание силибинина возрастало по сравнению с контролем на $27,3 \pm 0,6\%$, $26,9 \pm 0,78\%$ и $34,2 \pm 1,6\%$ при внесении гербицидов Гезагард, КС (1,5 л/га), Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га) и Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га), соответственно. А при использовании гербицида Гезагард, КС (2,0 л/га) содержание силибинина падало на $11,6 \pm 0,44\%$.

При внесении гербицидов на основе на основе пендиметалина – Стомп, КЭ (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га), Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) наблюдались различия в изменении общего содержания флаволигнанов. Внесение препаратов Стомп, КЭ (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га) вызывало увеличение общего содержания флаволигнанов по сравнению с контролем на $6,7 \pm 0,2\%$ и $6,0 \pm 0,12\%$, соответственно, а внесение препарата Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) не приводило к изменению общего содержания флаволигнанов. При обработке препаратами Стомп, КЭ (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га), наблюдалось увеличение содержания силикристина по сравнению с контролем на $3,8 \pm 0,09\%$ и $4,6 \pm 0,14\%$ соответственно, а при обработке препаратом Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) – снижение на $5,5 \pm 0,23\%$. Содержание силидианина увеличивалось на $21,1 \pm 0,8\%$, $12,1 \pm 0,57\%$ и $45,2 \pm 2,2\%$ при обработке препаратами Стомп, КЭ (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га) и Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га), соответственно. Содержание силибинина возрастало по сравнению с контролем на $1,7 \pm 0,07\%$ и $3,6 \pm 0,1\%$ при использовании препаратов Стомп, КЭ (3,0 л/га) и Эстамп, КЭ (3,0 л/га) соответственно, а при внесении препарата Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) – снижалось на $16,4 \pm 0,41\%$.

Результаты определения содержания остаточных количеств гербицидов в плодах расторопши пятнистой. Остаточных количеств прометрина и пендиметалина в урожае семян расторопши пятнистой после применения гербицидов Гезагард, КС, Прометрекс Фло, КС, Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС обнаружено не было (табл. 5).

Таблица 5 – Результаты определения содержания остаточных количеств гербицидов в урожае плодов расторопши пятнистой

Гербицид, норма расхода	Действующее вещество	Дни после обработки до сбора урожая	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг
Гезагард, КС (2,0 л/га)	Прометрин, 500 г/л	94	не обнаружено
Прометрекс Фло, КС (2,0 л/га)	Прометрин, 500 г/л	94	не обнаружено
Стомп, 33% к.э. (3,0 л/га)	Пендиметалин, 330 г/л	108	не обнаружено
Эстамп, КЭ (3,0 л/га)	Пендиметалин, 330 г/л	94	не обнаружено
Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га)	Пендиметалин, 455 г/л	94	не обнаружено

Выводы. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что применение гербицидов на основе пендиметалина – Стомп, 33% к.э. (3,0 л/га), Эстамп, КЭ (3,0 л/га), Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га), а также прометрина – Гезагард, КС (1,5–2,0 л/га) и Прометрекс Фло, КС (1,5–2,0 л/га) является высокоэффективным мероприятием контроля сорной растительности в посевах расторопши пятнистой.

Применение гербицидов на основе прометрина Гезагард, КС (1,5–2,0 л/га) и Прометрекс Фло, КС (1,5–2,0 л/га) снижает засоренность однолетними двудольными и злаковыми сорняками на 55,0–78,1% и 75,8–88,5% в зависимости от нормы внесения гербицидов, позволяет сохранить от 3,2–4,4 ц/га урожая плодов расторопши пятнистой.

Самую высокую биологическую эффективность (83,6–96,9%) и повышение урожайности на 5,2–5,3 ц/га обеспечило применение гербицидов на основе пендиметалина – Стомп, 33% к.э. и Эстамп, КЭ в нормах 3,0 л/га. Гербицид Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) несколько уступает гербицидам данной группы по биологической и хозяйственной эффективности.

При обработке посевов культуры гербицидами почвенного действия в плодах расторопши пятнистой отмечаются как положительные, так и незначительные отрицательные изменения и в общем содержании флаволигнанов и их отдельных составляющих. При внесении гербицидов Гезагард, КС (1,5 л/га), Прометрекс Фло, КС (1,5 л/га и 2,0 л/га) Стомп, КЭ (3,0 л/га) и Эстамп, КЭ (3,0 л/га) происходило увеличение содержания суммы флаволигнанов на 6,0–28,2%, при использовании гербицида Гезагард, КС (2,0 л/га) и Стомп профессионал, МКС (2,2 л/га) – их снижение на 0,6–1,8%.

Применение гербицидов экологически безопасно, поскольку остаточных количеств прометрина и пендиметалина в урожае

семян расторопши пятнистой после применения гербицидов Ге-загард, КС, Прометрекс Фло, КС, Стомп, 33 % к.э., Эстамп, КЭ и Стомп профессионал, МКС обнаружено не было.

Полученные данные позволили включить все изученные гербициды в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для широкого производственного применения в посевах расторопши пятнистой в специализированных хозяйствах республики.

Список литературы

1. Murphy, J.M. Milk Thistle / J.M. Murphy, M. Caban, K.J. Kemper // The Longwood Herbal Task Force [Electronic resource]. – 2000. – Mode of access: www.longwoodherbal.org/milkthistle/milkthistle.pdf. – Date of access: 08.05.2013.
2. Morazzoni, P. *Silybum marianum* (Carduus marianus) / P. Morazzoni, E. Bombardelli // Fitoterapia. – 1995. – Vol. 66. – P. 3–42.
3. *Silybum marianum* in vitro-flavolignan production / L. Tumova [et al.] // Plant Soil Environ. – 2006. – Vol. 52, № 10. – P. 454–458.
4. Corchete, P. *Silybum marianum* (L.) Gaertn: the source of silymarin / P. Corchete // Bioactive molecules and medicinal plants / K.G. Ramawat, J.M. Merillon. – Springer Berlin Heidelberg, 2008. – P. 123–148.
5. Эллер, К.И. Оценка подлинности растительных экстрактов, как сырья для БАД. *Silybum marianum* (L.) Gaertn – Расторопша пятнистая / К.И. Эллер, А.С. Балусова, Е.Л. Комарова // Рынок БАД. – 2006. – Вып. 28, № 2. – С. 33–34.
6. Lee, D.Y-W. Structure and analysis of flavonolignans from *Silybum marianum* / D.Y-W Lee, Y. Liu // Phenolic Compounds in Foods and Natural Health Products, chapter 3. – 2005. – P. 19–32.
7. Pelter, A. The structure of silybin (silybum substance E6), the first flavonolignan / A. Pelter, R. Hänsel // Tetrahedron Letters. – 1968. – Vol. 9, iss. 25. – P. 2911–2916.
8. Куркин, В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. / В.А. Куркин. – Самара, 2007. – 1239 с.
9. Куркин, В.А. Расторопша пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) / В.А. Куркин // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Том 37, № 4. – С. 27–41.
10. Чадин, И. Хемосистематика – основа изучения биохимического разнообразия растений / И. Чадин // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2001. – Вып. 46. № 8. – С. 23–25.
11. Radjabian, T. Analysis of silymarin components in the seed extracts of some milk thistle ecotypes from Iran by HPLC / T. Radjabian, Sh. Rezazadeh, H. Fallah Huseini // Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A. – 2008. – Vol. 32, № A2. – P. 141–146.
12. Improvement of milk thistle (*Silybum marianum* L.) seed yield and quality with foliar fertilization and growth effector MD 148/II / M. Geneva [et al.] // Gen. Appl. plant physiology. – 2008. – special issue 34, № 3–4. – P. 309–318.
13. Genetic properties of milk thistle ecotypes from Iran for morphological and flavonolignans characters / M. Shokrpour [et al.] // Pak J Biol Sci. – 2007. – Vol. 10, iss. 19. – P. 3266–3271.
14. Evaluation of the silymarin content in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. cultivated under different agricultural conditions / F.M. Hammouda [et al.] // Phytother Res. – 1993. – Vol. 7. – P. 90–91.
15. Schulz, V. Rational Phytotherapy: A Physicians' Guide to Herbal Medicine / V. Schulz, R. Hansel, V.E. Tyler. – Berlin: Springer, 1997. – P. 306.

16. Якимович, Е.А. Критический период вредоносности сорных растений в посевах расторопши пятнистой / Е.А. Якимович, Т.А. Каратай // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2014. – Вып. 38. – С.47–56.

17. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; сост.: С. В. Сорока, Т. Н.Лапковская. – Несвиж, 2007. – 58 с.

18. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами / Под ред. к.с.х. наук А.И. Брыкина. Лекарственное растениеводство. – Обзорная информ. – М.: «Минмедпром», 1981. – Вып. 1–60 с.

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

20. Получение индивидуальных флаволигнанов: заявка на патент Респ. Беларусь, МПК А61К31/00 / А.С. Чубарова, В.П. Курченко; заявитель УО «Белорусский государственный университет». – № а 20130518 от 22.04.2013. – Положительное решение по заявке от 14.06.2013 № а 20130518.

21. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. – Введ. 01.07.1997. – Переизд. 08.10.2010 с изм. № 1 (ИУС РБ № 4-2000) - Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации: БелНИКТИММП, 2010. – 40 с.

22. Методика определения прометрина, действующего вещества препарата гезагард, КС в воде, почве, воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом газожидкостной хроматографии: инструкция 4.1.10.-14-2006. - Утв. Пост. глав. госуд. санитар. врача Респ. Беларусь 31.08.2006 г., №108 – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2006. – 8 с.

23. Временные методические указания по определению стомпа в воде, почве и растительных объектах методами газожидкостной, тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии / А.М. Шмигидина и [др.]. – Утв. зам. гл. гос. врача СССР 12.05.1983 г., № 2787-83. // Сб. науч. тр. / Госкомиссия по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при Минсельхозпроде СССР. – М., 1984. – Ч. 15: Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – С. 167–182.

Е.А. Yakimovich¹, А.S. Chubarova², М.А. Kapustin², P.M. Kislushko¹
¹RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district
²Belarussian State University, Minsk

THE EXPEDIENCY OF SOIL HERBICIDES APPLICATION IN MILK THISTLE CROPS

Annotation. The study of biological and economic efficiency of soil herbicides based on promethrin active ingredient (Gesagard, SC, Prometrex Flow, SC) and pendimethalin (Stomp,33% e.c., Estamp. EC, Stomp professional, MCS) in milk thistle crops; the complex investigation of their application influence on o flavolignans synthesis and their ratio, residues accumulation in the production is done. It is determined that the studied herbicides decrease the crops weed infestation, on the average, for 70–90%, allow to maintain the crop fruit yield 3,2–5,3 cwt/ha, do not cause the residues accumulation in the production and do not worsen the received raw material quality.

Key words: milk thistle, weed plants, herbicides, preserved yield, flavolignans, silimarin, residues.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК: 577.35

Ю.С. Бакакина, Д.Л. Содель, Л.В. Дубовская, И.Д. Волотовский
Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси,
г. Минск

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГУАНИЛАТЦИКЛАЗНОЙ СИСТЕМЫ КАК ИНДИКАТОР УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ТОМАТА К ФИТОФТОРОЗУ

*Рецензенты: канд. биол. наук Пшибытко Н.Л.
канд. с.-х. наук Жукова М.И.*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по сравнительному анализу биохимических параметров гуанилатциклязной системы – содержание циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) и фермента его синтеза гуанилатциклазы (ГЦ), в контрастных по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans* сортах томата OttaWa 30 и Доходный. Установлена обратная зависимость между устойчивостью к патогену и уровнем содержания цГМФ в растениях. Впервые детектированы белки, подобные ГЦ животных, в субклеточных фракциях растений томата, выявлены сортовые отличия. Полученные данные могут выступать дополнительными критериями при отборе сортов растений томата, устойчивых к патогенам.

Ключевые слова: гуанилатциклаза, томат, устойчивость, фитофтороз, циклический гуанозинмонофосфат.

Введение. Неблагоприятные абиотические и биотические факторы окружающей среды наносят большие убытки сельскому хозяйству. В настоящее время актуальной задачей для сельского хозяйства является разработка методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур, в связи с чем возникает необходимость поиска маркеров устойчивости растений к действию абиотических и биотических стрессовых факторов.

Известно, что фитофтороз является одним из опасных заболеваний овощных культур, которое приводит к значительным потерям урожая томата и картофеля, и приносит значительные экономические убытки. Применяемые для борьбы с возбудителем данного

заболевания оомицетом *Phytophthora infestans* фунгициды угрожают здоровью людей и причиняют необратимый вред окружающей среде.

В настоящее время в связи с острой необходимостью разработки методов повышения устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных растений внимание ученых всего мира направлено на выявление молекулярных механизмов трансдукции стрессовых сигналов. Выяснение механизмов, с помощью которых сигналы об изменении условий окружающей среды воспринимаются и трансформируются в биологический ответ организма, будет способствовать разработке биотехнологических стратегий повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам. В течение последнего десятилетия был достигнут значительный прогресс в понимании того, как растительная клетка распознает и формирует ответ на действующие факторы окружающей среды.

Особый интерес в этой связи представляют данные об участии цГМФ в формировании защитных ответов растений на действие абиотических и биотических стрессоров [1].

Ранее нами было показано, что цГМФ играет ключевую сигнальную роль в реализации стрессовых воздействий в клетках растений: в трансдукции окислительного сигнала в клетках растений табака [2, 3], низко- и высокотемпературного – в проростках арабидопсиса [4]. Кратковременное увеличение содержания цГМФ в проростках арабидопсиса наблюдалось и при сигнальных процессах, индуцированных гормоном стресса абсцизовой кислотой, приводящих к быстрому закрыванию устьиц в замыкающих клетках [5]. В литературе имеются данные об участии цГМФ в реализации действия биотических стрессоров [6, 7].

Показано, что цГМФ совместно с монооксидом азота (NO) участвует в трансдукции биотических стрессовых сигналов [8, 9]. Так, инокуляция листьев арабидопсиса авирулентным штаммом *Pseudomonas syringae* вызывала быстрый рост концентрации цГМФ [6]. Другой группой авторов было установлено, что заражение суспензионной клеточной культуры арабидопсиса авирулентным штаммом бактерий *Pseudomonas syringae* имитировало развитие гиперчувствительного ответа, следствием чего была NO-индуцированная гибель клеток [9]. При этом ингибитор ГЦ снимал эффект NO на гибель клеток, указывая на то, что NO опередует свое действие через активацию ГЦ.

Показано, что в табаке мембрано-проникающий аналог цГМФ стимулировал накопление транскриптов генов патогенез-зависимого белка *PR-1* и фенилаланин-аммиак-лиазы *PAL* [7, 8], повышение экспрессии которых, как известно, наблюдается при действии различных стрессовых факторов, в том числе при заражении растений патогенами [10]. Ингибиторы ГЦ оказывали

подавляющий эффект на NO-зависимую индукцию экспрессии генов *PAL* и *PR-1*, который обращался в присутствии мембрано-проникающего аналога цГМФ [7, 8], указывая на участие цГМФ в защитных ответах растений при биотическом стрессе.

Способность цГМФ участвовать в формировании устойчивости растений к патогенам, в частности, через регуляцию экспрессии ряда защитных генов, позволяет рассматривать цГМФ как один из важных компонентов защитной системы растений.

Поскольку установлено, что гуанилатциклазная сигнальная система играет ключевую роль в стрессовой сигнализации в растительной клетке, можно заключить, что ее параметры могут выступать в качестве маркерного признака устойчивости к факторам абиотической и биотической природы.

Целью данной работы было провести сравнительный анализ биохимических параметров гуанилатциклазной системы, в контрастных по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans* сортах томата.

Материалы и методика исследований. В работе использовали листья 45-дневных растений томата (*Lycopersicon esculentum* L.) двух сортов, контрастно различающихся по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans*: OttaWa 30 (балл поражаемости «1») и Доходный (балл поражаемости «6»). Семена были любезно предоставлены д.с.-х.н. Налобовой В.Л. РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси». Растения выращивали при температуре 22 °С в режиме 10-часового светового дня и освещении полихроматичным белым светом (150 мкЕ/(м²×с)).

Для определения содержания цГМФ 300 мг растительного материала замораживали в жидком азоте, растирали до порошкообразного состояния в фарфоровой ступке с пестиком и гомогенизировали в охлажденной 6%-ной трихлоруксусной кислоте (ТХУ) при соотношении 1:10 (вес/объем). Полученный гомогенат переносили в пробирки и центрифугировали при 1 000g×15 мин. Супернатант промывали 4 раза 5 объемами диэтилового эфира, насыщенного водой 1:10 (объем/объем). Водные экстракты высушивали под струей азота на водяной бане при 60 °С и замораживали при –70 °С. Измерение количества цГМФ проводили методом иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов «сGMP Enzyme Immunoassay Kit» (фирмы «Sigma», США) [4].

Детекцию ГЦ проводили с помощью метода иммуноблоттинга [4]. Белковые фракции получали методом дифференциального центрифугирования. Для этого растительную ткань гомогенизировали в фарфоровой ступке с пестиком при соотношении 1:2 (масса/объем) при температуре 4 °С в 50 мМ глицерофосфатном буфере (рН 7,4),

содержащем 20 мМ этилендиаминтетрауксусной кислоты, 15 мМ $MgCl_2$, 5 мМ NaF, 500 мкМ Na_3VO_4 , 10 мкМ NH_4MoO_4 , 2 мМ 1,4-дителиотреитола, 1% (вес/объем) поливинилполипирролидона (PVPP) и 1% (вес/вес) коктейль для ингибирования растительных протеаз (фирмы «Sigma», США) (буфер А). Гомогенат фильтровали и осветляли центрифугированием при 113 000g×60 мин. Полученный осадок растворяли в ледяном экстракционном буфере, содержащем буфер А без PVPP с добавлением 100 мМ NaCl и 0,1% (вес/объем) тритона X-100, перемешивали на льду в течение 20 мин и центрифугировали при 113 000g×60 мин. Далее для осаждения белков супернатант после первого центрифугирования, содержащий фракцию растворимых белков, и супернатант после второго центрифугирования, содержащий фракцию мембранных белков, переносили в чистые пробирки, добавляли 10 объемов ледяного ацетона, содержащего 10% (вес/объем) ТХУ и 0,07% (объем/объем) β-меркаптоэтанола. Затем образцы центрифугировали при 1 000g×15 мин, осадки дважды промывали охлажденным ацетоном, содержащем 0,07% (объем/объем) β-меркаптоэтанола, высушивали на воздухе при комнатной температуре и растворяли в буфере, состоящем из 62,5 мМ Трис-HCl (pH 6,8), 2% (вес/объем) додецилсульфата натрия, 10% (объем/объем) глицерина, 100 мМ 1,4-дителиотреитола и 0,01% (вес/объем) бромфенолового синего, и инкубировали в течение 5 мин при 95 °С.

Измерение концентрации белка проводили с использованием метода Бредфорд [11].

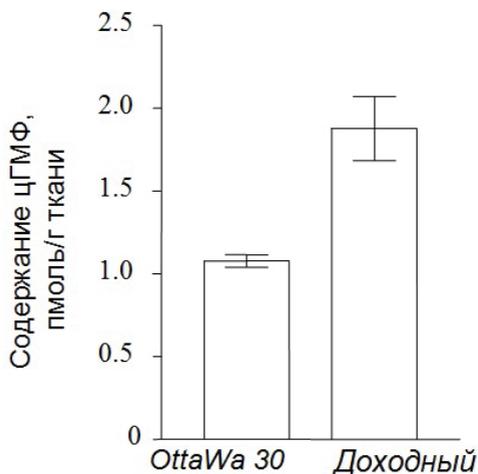
Электрофорез растворимой и мембранной фракций белков проводили в 15%-ном полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия на вертикальных пластинах (размер геля 7 см×10 см) согласно стандартному методу Laemmli [12]. Количество общего белка на трек составляло 20 мкг. Белки для иммуноблоттинга переносили из геля на нитроцеллюлозную мембрану (фирмы «Bio-Rad Laboratories», США) методом полусухого электроблоттинга в буфере по Towbin [13]. Для иммунодетекции ГЦ использовали поликлональные антитела к фрагменту каталитического домена α1-субъединицы растворимой ГЦ крыс (фирмы «Sigma», США) и поликлональные антитела к С-терминальному участку каталитического домена мембранной ГЦ человека (фирмы «Santa Cruz Biotechnology, Inc.», США). Визуализацию белков проводили с использованием вторичных антител, конъюгированных со щелочной фосфатазой (фирмы «Bio-Rad Laboratories», США), с помощью набора «Alkaline phosphatase conjugate substrate kit» (фирмы «Bio-Rad Laboratories», США).

Полученные результаты представлены в виде средних арифметических значений и стандартных отклонений, полученных

в результате 3 независимых экспериментов, каждый из которых проведен в 3-кратной аналитической повторности. Достоверность различий определяли согласно анализу ANOVA, данные считались достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе работы был проведен сравнительный анализ содержания цГМФ в листьях 45-дневных растений томата, контрастно отличающихся по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans*. Измерение количества цГМФ проводили методом иммуноферментного анализа с помощью коммерческого набора реактивов (фирмы «Sigma», США). Как видно из приведенных на рисунке 1 данных, в клетках растений томата устойчивого сорта OttaWa 30 содержание цГМФ составило $1,08 \pm 0,03$ пмоль/г ткани, в то время как клетках растений томата восприимчивого сорта Доходный – $1,88 \pm 0,19$ пмоль/г ткани.

Таким образом, в растениях томата устойчивого сорта концентрация цГМФ в 1,7 раза ниже по сравнению с растениями восприимчивого сорта. Следовательно, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о наличии обратной зависимости между устойчивостью к патогену и уровнем содержания цГМФ в растениях томата.



Сорт OttaWa 30 – устойчивый к патогену *Phytophthora infestans*, сорт Доходный восприимчивый

Рисунок 1 – Содержание цГМФ в сортах растений томата, контрастно отличающихся по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans*

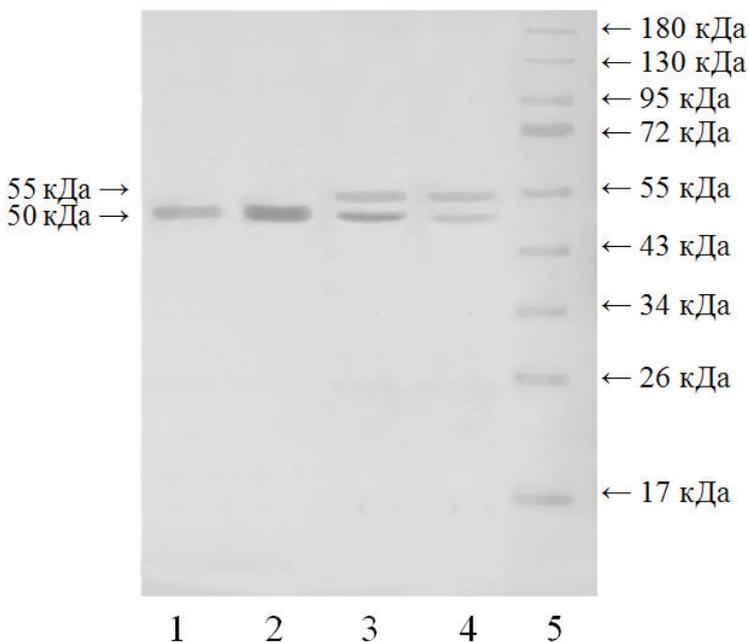
В другой серии экспериментов с целью выявления сортовых отличий была проведена иммунодетекция ГЦ в клетках контрастных по устойчивости сортов *OttaWa 30* и *Доходный*.

Известно, что изоформы мембраносвязанной (мГЦ) и растворимой (рГЦ) ГЦ млекопитающих, низших эукариот и прокариот характеризуются консервативной структурой каталитических доменов [14], поэтому для работы были выбраны антитела к фрагментам каталитических доменов рГЦ и мГЦ.

Для детекции ГЦ было проведено выделение растворимой и мембранной фракций белков из растений исследуемых сортов томата, их разделение с помощью метода электрофореза в полиакриламидном геле с последующим переносом белков из геля на нитроцеллюлозную мембрану и инкубация с первичными антителами к рГЦ и мГЦ млекопитающих. Визуализацию проводили с использованием вторичных антител, конъюгированных со щелочной фосфатазой. Интенсивность окраски белковых полос была пропорциональна количеству вторичных антител.

В результате проведенных экспериментов белок, подобный ГЦ млекопитающих, был обнаружен в растворимой и мембранной фракциях растений томата сортов *OttaWa 30* и *Доходный*. В растворимой фракции клеток томатов с использованием антител к рГЦ детектирована одна белковая полоса 50 кДа (рис. 2), тогда как, с помощью антител к мГЦ в мембранных фракциях клеток изученных растений было выявлено две белковые полосы с молекулярными массами 50 и 55 кДа (рис. 2).

Следует отметить, что ранее нами были детектированы белки, подобные ГЦ млекопитающих, в клетках растений арабидопсиса с использованием антител к фрагментам каталитических доменов рГЦ и мГЦ млекопитающих [4]. Как известно, в клетках млекопитающих мГЦ является гомодимером, состоящим из двух субъединиц массой 120 кДа, а рГЦ представлена гетеродимерным белком, состоящим из α - и β -субъединиц с молекулярными массами 73-82 кДа и ~70 кДа соответственно [15]. Белок, подобный ГЦ млекопитающих, был обнаружен в субклеточных фракциях проростков арабидопсиса. В растворимой фракции с использованием антител к рГЦ детектировано две белковые полосы (25 и 50 кДа), в мембранной – три (37, 45 и 50 кДа). Тогда как, с помощью антител к мГЦ во всех изученных фракциях был выявлен только один белок с молекулярной массой 50 кДа.



1 – растворимые белки клеток томата сорта Доходный,
 2 – растворимые белки клеток томата сорта OttaWa 30,
 3 – мембранные белки клеток томата сорта Доходный,
 4 – мембранные белки клеток томата сорта OttaWa 30,
 5 – маркерные белки. На треках маркеров справа и на треках белков слева
 указаны их молекулярные массы.
 Сорт OttaWa 30 – устойчивый к патогену *Phytophthora infestans*, сорт
 Доходный – восприимчивый

**Рисунок 2 – Иммунодетекция белка, подобного ГЦ
 млекопитающих, в растворимой и мембранной
 фракциях растений томата, контрастно отличающихся
 по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans*, с
 использованием антител к растворимой и мембранной
 изоформам ГЦ млекопитающих**

Таким образом, в данной работе впервые были детектированы белковые полосы, соответствующие различным типам и/или субъединицам фермента ГЦ, в растворимой и мембранной фракциях растений томата. Учитывая вышесказанное, можно предположить, что в растениях томата присутствует новый класс ГЦ, отличающихся от известных ГЦ животных и имеющих молекулярные массы субъединиц 50 и 55 кДа, но несущие идентичные ГЦ млекопитающих эпитопы.

Интерес представляет то, что по интенсивности окраски полос были обнаружены сортовые отличия проанализированных растений. Так, концентрация визуализируемого белка с молекулярной массой 50 кДа оказались выше в растворимой фракции, но ниже – в мембранной фракции устойчивого к патогену сорта OttaWa 30, по сравнению с растениями восприимчивого сорта Доходный.

Заключение. В ходе выполнения данной работы были обнаружены различия в биохимических параметрах компонентов гуанилатциклазной системы в сортах растений томата OttaWa 30 и Доходный, контрастно отличающихся по устойчивости к патогену *Phytophthora infestans*. Так, была выявлена обратная зависимость между устойчивостью к патогену и уровнем содержания цГМФ в растениях томата. Таким образом, мы полагаем, что выявленные отличия коррелируют с устойчивостью растений томата к патогену и могут быть использованы в качестве дополнительного критерия при определении устойчивости растений томата к патогенам при скрининговом обследовании селекционного материала.

Список литературы

1. Циклический гуанозинмонофосфат и сигнальные системы клеток растений / Л.В. Дубовская [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2014. – 274 с.
2. Колеснева, Е.В. Влияние оксида азота на фрагментацию тотальной ДНК в растениях табака при окислительном стрессе / Е.В. Колеснева, Л.В. Дубовская, И.Д. Волотовский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2006. – № 3. – С. 61–64.
3. Cytoprotective role of nitric oxide under oxidative stress / Y.S. Bakakina [et al.] // Nitric oxide in plants: metabolism and role in stress physiology / ed. M.N. Khan, M.Mobin, F. Mohammad, F.J. Corpas. – Springer, 2014. – P. 199–210.
4. Low and high temperatures enhance guanylyl cyclase activity in Arabidopsis seedlings / Y.S. Bakakina [et al.] // The Journal of Plant Physiology & Pathology. – 2014. – Vol. 2, iss. 4. – P. 1–10.
5. cGMP-dependent ABA-induced stomatal closure in the ABA-insensitive Arabidopsis mutant *abi1-1* / L.V. Dubovskaya [et al.] // New Phytol. – 2011. – Vol. 191. – P. 57–69.
6. Deciphering cGMP signatures and cGMP-dependent pathways in plant defence / S. Meier [et al.] // Plant Signal. Behav. – 2009. – Vol. 4. – P. 307–309.
7. Ozone and nitric oxide induce cGMP-dependent and -independent transcription of defence genes in tobacco / S. Pasqualini [et al.] // New Phytol. – 2009. – Vol. 181. – P. 860–870.
8. Durner, J. Defence gene induction in tobacco by nitric oxide, cyclic GMP and cyclic ADP-ribose / J. Durner, D. Wendehenne, D.F. Klessig // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1998. – Vol. 95. – P. 10328–10333.
9. Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance / M. Delledonne [et al.] // Nature. – 1998. – Vol. 394. – P. 585–588.
10. Oxidative and molecular responses in *Capsicum annuum* L. after hydrogen peroxide, salicylic acid and chitosan foliar applications / L. Mejía-Teniente [et al.] // Int. J. Mol. Sci. – 2013. – Vol. 14. – P. 10178–10196.

11. Bradford, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M.M. Bradford // *Anal. Biochem.* – 1976. – Vol. 72. – P. 248–254.
12. Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / U.K. Laemmli // *Nature.* – 1970. – Vol. 227, № 259. – P. 680–685.
13. Towbin, H. Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications / H. Towbin, T. Staehelin, J. Gordon // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1979. – Vol. 76, №. 9. – P. 4350–4354.
14. Ludidi, N. Identification of a novel protein with guanylyl cyclase activity in *Arabidopsis thaliana* / N. Ludidi, C. Gehring // *J. Biol. Chem.* – 2003. – Vol. 278. – P. 6490–6494.
15. Potter, L.R. Guanylyl cyclases / L.R. Potter // *Handbook of cell signaling, three-volume set, second edition (Cell biology)* / ed. R.A. Bradshaw, E.A. Dennis. – Oxford: Academic Press, 2010. – P. 1399–1407.

Y.S. Bakakina, D.L. Sodel, L.V. Dubovskaya, I.D. Volotovskii
Institute of Biophysics and Cell Engineering NAS of Belarus, Minsk

BIOCHEMICAL PARAMETERS OF GUANYLATE CYCLASE SYSTEM AS BIOMARKER OF TOMATO RESISTANCE TO THE LATE BLIGHT

Annotation. The results on comparative analysis of guanylate cyclase system biochemical parameters, i.e. the content of cyclic guanosine 3',5'-monophosphate (cGMP) and the content of guanylate cyclase (GC) enzyme, in tomato cultivars OttaWa 30 and Dohodny with contrast resistance to the pathogen *Phytophthora infestans*, are presented. It was demonstrated that endogenous cGMP content in biotic stress-tolerant plants was lower than in stress-sensitive ones. Proteins similar to GC of mammalian were detected in subcellular fractions of tomato plants for the first time. The content of GC-like proteins was differed in stress-tolerant and stress-sensitive plants. The findings could be used as additional criterions for the selection of tomato plants resistant to pathogens.

Key words: guanylyl cyclase, tomato, resistance, late blight, cyclic guanosine 3',5'-monophosphate.

**А.Г. Жуковский, Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга, В.Г. Лешкевич,
Н.А. Бурнос**

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

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПОСЕВАХ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ И УЧАСТКАХ

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

Аннотация. Представлены данные мониторинга фитопатологической ситуации в посевах озимых зерновых культур. Установлено повсеместное поражение их корневой гнилью, болезнями листового аппарата и колоса.

Ключевые слова: озимая пшеница, озимое тритикале, озимый ячмень, болезни, корневая гниль, септориоз листьев и колоса, ринхоспориоз, мучнистая роса, фузариоз и гельминтоспориоз колоса.

Введение. Зерновые культуры, которые являются источником производства продуктов питания и кормов, занимают основные площади сельскохозяйственных угодий, что оказывает существенное влияние на формирующуюся фитопатологическую ситуацию в посевах. Поэтому нарушения технологий их возделывания (севооборот, обработка почвы, сроки сева), нерациональное применение средств защиты сказываются в существенном недоборе урожая, который может составлять при отсутствии протравливания от 8,7 до 12,6%, применения фунгицидов – 11,4–44,1% [2; 7].

Предотвратить или снизить уровень потенциальных потерь урожая от болезней может применение биологически и экономически обоснованной системы защиты. Эффективность такой системы зависит от видового состава возбудителей болезней, динамики их развития, обоснованного выбора фунгицида, сроков применения, что в совокупности позволяет в максимальной степени реализовать потенциал приемов. Защита растений является одним из важных составляющих звеньев рекомендованных систем земледелия, которая обеспечивает сохранение до 40% выращиваемой сельскохозяйственной продукции. Основой для обоснования и проведения мероприятий, направленных на защиту посевов от болезней, является знание фитопатологической ситуации.

Материалы и методы. Мониторинг фитопатологической ситуации проводили в посевах озимых зерновых культур на Государственных сортоиспытательных станциях (ГСС) и участках (ГСУ) Республики Беларусь.

Развитие болезней в посевах сортов, находившихся в конкурном сортоиспытании (от 5 до 7 на каждой культуре), определяли по общепринятым в фитопатологии методикам [3]. В связи с тем, что, согласно технологии выращивания культур, для защиты от болезней в стадии 37–39 проводится обработка растений фунгицидами, мы проводили учеты развития болезней, начиная со стадии середина молочной спелости (75), полагая, что к этому периоду защитное действие фунгицида полностью нивелируется.

Это позволяет предположить, что степень поражения листового аппарата к концу вегетации будет представлять собой результат реакции сорта на воздействие грибов-возбудителей болезни. Такой подход использован также при характеристике развития корневой гнили, поскольку протравливание семян зерновых культур в условиях республики является обязательным.

Стадии развития растений озимой пшеницы приведены в соответствии с десятичным кодом BBCH [10].

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенного мониторинга фитопатологической ситуации в посевах озимых зерновых культур свидетельствуют о ежегодном поражении болезнями корневой системы, листового аппарата и колоса.

Одной из вредоносных болезней зерновых культур во всех зерносеющих регионах мира является корневая гниль [4; 12; 16; 18]. Основными возбудителями болезни в условиях республики являются грибы рода *Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana*. Вредоносность корневой гнили проявляется в гибели проростков и всходов, снижении продуктивной кустистости, массы 1000 зерен, массы зерен с колоса; недобор урожая может достигать 35,0–50,0 % [1; 11; 13; 15]. Кроме того, семена, полученные с растений, пораженных корневой гнилью, имеют более низкие показатели энергии прорастания и всхожести по сравнению с теми, что получены со здоровых растений.

Нашими исследованиями установлено, что в посевах озимой пшеницы развитие корневой гнили в годы исследований варьировало от депрессивного (8,5–24,6 %) до умеренного (25,8–44,6 %) (табл. 1). В целом по республике степень поражения озимой пшеницы болезнью была выше в условиях 2010 и 2014 гг. – 28,9 и 27,1 % соответственно.

Таблица 1 – Развитие корневой гнили в посевах озимой пшеницы

ГСС / ГСУ	Развитие корневой гнили (%), ст. 75–89					
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Мозырская	22,8	22,4	21,9	21,3	27,8	20,7
Кобринская	30,6	19,5	25,8	18,2	37,1	21,8
Щучинский	44,6	23,2	18,7	40,9	19,8	23,3
Молодечненская	34,7	8,5	21,2	15,3	24,6	16,1
Горецкая	15,9	17,3	24,3	23,1	24,4	20,9
Лепельская	24,5	15,3	23,2	14,5	28,6	17,9
В среднем	28,9	17,7	22,5	22,2	27,1	20,1

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что развитие корневой гнили в посевах озимого тритикале в период исследований было несколько ниже по сравнению с озимой пшеницей. Развитие болезни составляло от 2,0 до 39,6% и лишь в условиях Щучинского ГСУ достигало эпифитотийного уровня – 53,3% (2010 г.). Вместе с тем, в условиях вегетационных сезонов 2010 и 2014 г. развитие корневой гнили также было более высоким (18,9–36,1%), чем в другие годы – 11,7–16,0% (табл. 2).

В связи с расширением посевных площадей озимого ячменя представлял интерес вопрос поражения этой культуры болезнями корневой системы, листьев и колоса. В условиях 2013 г. степень поражения озимого ячменя корневой гнилью не превышала 8,7%, тогда как в 2014 г. значение показателя варьировало от 19,9 (Щучинский ГСУ) до 42,1% (Кобринская ГСС) (табл. 3), то есть проявляется тенденция развития болезни аналогичная той, что наблюдается в посевах других озимых культур.

Таблица 2 – Развитие корневой гнили в посевах озимого тритикале

ГСС / ГСУ	Развитие корневой гнили (%), ст. 75–89					
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Мозырская	39,6	19,2	15,0	21,4	13,2	–
Кобринская	39,2	5,7	19,1	11,3	22,2	17,8
Щучинский	53,3	18,2	2,0	7,7	15,8	11,6
Молодечненская	35,0	8,5	4,0	10,4	17,9	13,0
Горецкая	22,5	10,0	9,0	17,2	26,2	21,5
Лепельская	27,0	11,5	21,0	14,0	18,3	16,3
В среднем	36,1	12,2	11,7	13,7	18,9	16,0

Таблица 3 – Развитие корневой гнили в посевах озимого ячменя

ГСС / ГСУ	Развитие корневой гнили (%), ст. 83–89	
	2013 г.	2014 г.
Кобринская	5,2	42,1
Щучинский	6,9	19,9
Молодечненская	7,9	27,4
Горецкая	8,7	27,2
В среднем	7,2	29,2

Как показал анализ погодных условий в изучаемые годы, колебания развития корневой гнили обусловлены количеством выпавших осадков. Поскольку возбудители корневой гнили – факультативные паразиты, рост степени поражения растений наблюдается как в условиях пониженной, так и повышенной влажности почвы [8; 17]. В таких условиях снижаются темпы роста растений, ухудшается питание, что способствует их ослаблению. Исследованиями Н.А. Склименок было показано, что в Беларуси в наибольшей степени развитие корневой гнили пшеницы зависит от гидротермического коэффициента (ГТК): рост интенсивности поражения корневой системы наблюдается с повышением значений ГТК от 1,0 до 1,5 и более [11].

Одной из наиболее значимых болезней листового аппарата и колоса по распространенности и развитию в посевах озимых культур является септориоз. Вредоносность болезни проявляется в снижении фотосинтетической активности вследствие разрушения ткани листа и чешуй колоса, что способствует преждевременному их старению, вызывая щуплость зерен [14]. Наиболее заметно влияние поражения патогена сказывается на таком элементе структуры урожая, как масса 1000 зерен, при этом потери урожая могут достигать 20–43% [5; 9; 19].

На листовом аппарате озимого тритикале в связи со сменой сортов произошло постепенное вытеснение возбудителя септориоза. Наряду с септориозом на листьях озимого тритикале встречаются ринхоспориоз, мучнистая роса и ржавчина. Доминирование определенной болезни в том или другом вегетационном сезоне обусловлено, прежде всего, гидротермическими условиями и поражаемостью сорта.

В таблице 4 представлены данные учетов болезней листового аппарата озимой пшеницы и озимого тритикале в 2011 и 2014 гг., отличающихся гидротермическими условиями в период вегетации и, следовательно, развитием болезней. В посевах озимой пшеницы развитие септориоза листьев в период исследований не превышало 20,0%, при этом более высокие значения отмечены

в 2014 г., что было обусловлено гидротермическими условиями, характеризовавшимися благоприятным температурным фоном и осадками выше нормы в конце трубкования культур, за исключением условий на Горецкой и Лепельской ГСС.

По данным мониторинга фитопатологической ситуации в посевах озимого тритикале в 2011–2014 г. доминировал комплекс болезней листьев – (ринхоспориоз + септориоз), степень поражения которыми достигала 16,8%.

В годы исследований развитие мучнистой росы в посевах озимой пшеницы не превышало 8,6%, озимого тритикале – 13,9%. Невысокий процент поражения (до 1,3) бурой ржавчиной отмечен на озимом тритикале.

В посевах озимого ячменя на листовом аппарате получил развитие комплекс болезней (ринхоспориоз + сетчатая пятнистость + мучнистая роса). При этом суммарная степень поражения болезнями в 2010 г. не превышала 0,5%.

На колосе озимых зерновых культур в условиях республики вредоносны две болезни – септориоз и фузариоз. Установлено, что массовое инфицирование септориозом происходит в период колошения культуры, фузариозом – в период цветения [6].

В годы исследований (2010–2014 г.) на колосе озимой пшеницы доминировал септориоз, развитие болезни достигало 38,5% (табл. 5). Степень поражения колоса озимой пшеницы фузариозом в период исследований была на депрессивном уровне (0,2–21,2%). Эпифитотия септориоза отмечена в 2010 г. в посевах Молодечненской ГСС – 59,7%, что обусловлено интенсивным выпадением осадков в период цветения культуры.

Таблица 4 – Развитие болезней листьев в посевах озимой пшеницы и озимого тритикале

ГСС / ГСУ	Развитие болезней (%), ст. 75–89			
	озимая пшеница*		озимое тритикале**	
	2011 г.	2014 г.	2011 г.	2014 г.
Мозырская	0,3	20,0	3,7	4,4
Кобринская	2,1	15,1	3,0	16,8
Щучинский	2,6	18,2	4,1	11,2
Молодечненская	4,2	14,3	2,0	5,2
Горецкая	4,8	3,0	9,1	4,1
Лепельская	4,3	4,0	7,9	9,7
В среднем	3,1	12,4	5,0	8,6

*Представлено развитие септориоза; **представлено развитие комплекса болезней (ринхоспориоз + септориоз).

Таблица 5 – Развитие болезней колоса в посевах озимой пшеницы

ГСС / ГСУ	Развитие болезней колоса (%), ст. 75–89									
	септориоз колоса, годы					фузариоз колоса, годы				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
Мозырская	30,7	1,3	23,9	15,4	12,3	0,2	0,9	2,7	10,5	7,1
Кобринская	21,5	1,3	–	13,8	20,7	10,0	5,1	–	8,5	6,9
Щучинский	18,4	1,3	30,2	24,3	12,2	2,9	2,2	7,0	12,7	5,7
Молодечненская	38,5	2,8	24,7	31,2	7,6	59,7	13,3	3,8	8,5	2,6
Горецкая	–	20,1	32,2	26,1	8,6	–	5,0	3,6	9,0	0,4
Лепельская	–	18,9	11,2	31,7	10,6	–	12,0	3,2	21,2	3,1
В среднем	27,3	4,6	24,4	23,8	12,0	18,2	6,4	4,1	11,7	4,3

В посевах озимого тритикале на колосе также доминирует септориоз. При этом эпифитотии болезни отмечались нами в условиях 2010 г. на Мозырской и Молодечненской ГСС – соответственно 55,7 и 83,6 %, в 2012 г. – на Щучинском ГСУ и Горецкой ГСС – 55,4 и 79,5 % соответственно. В период исследований в посевах культуры фузариоз колоса не получил широкого развития, максимальная степень поражения достигала 24,8 % в посевах Горецкого ГСУ в условиях 2011 г. (табл. 6).

В целом, как следует из представленных данных по пораженности колоса болезнями, более высокие значения характерны для озимого тритикале.

Таблица 6 – Развитие болезней колоса в посевах озимого тритикале

ГСС / ГСУ	Развитие болезней колоса (%), ст. 75–89									
	септориоз колоса, годы					фузариоз колоса, годы				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
Мозырская	55,7	12,6	47,2	27,0	20,1	0,4	0,0	2,8	1,0	1,8
Кобринская	23,6	0,2	12,5	34,1	20,0	10,7	11,4	0,0	4,0	2,5
Щучинский	18,5	23,4	55,4	31,5	12,0	4,1	0,0	0,0	4,8	17,3
Молодечненская	83,6	3,1	35,4	8,3	4,3	23,5	10,4	0,0	3,6	1,0
Горецкая	–	1,9	79,5	3,5	23,0	–	24,8	2,4	0,0	1,5
Лепельская	–	1,2	40,4	7,8	18,5	–	24,0	6,8	0,3	1,0
В среднем	45,4	7,1	45,1	18,7	16,3	9,7	11,8	2,0	2,3	4,2

Таблица 7 – Развитие болезней колоса (фузариоз + гельминтоспориоз) в посевах озимого ячменя

ГСС / ГСУ	Развитие болезней колоса (%), ст. 83–89		
	2011 г.	2012 г.	2014 г.
Кобринская	3,4	40,6	31,1
Щучинский	8,0	–	23,3
Молодечненская	–	–	13,5

В период проведения маршрутных обследований колос озимого ячменя поражался фузариозом и гельминтоспориозом; зачастую различить данные болезни визуально не представлялось возможным, поэтому в статье речь идет о комплексе болезней колоса. Так, значения показателя варьировали от депрессивного (3,4–23,3 %) до умеренного уровня (31,1–40,6 %) (табл. 7).

Заключение. На основании результатов многолетнего мониторинга фитопатологической ситуации в посевах озимых зерновых культур установлено повсеместное поражение растений болезнями. Даже при соблюдении технологий выращивания культур в посевах ГСС и ГСУ развитие корневой гнили в отдельные годы может достигать эпифитотии (53,3 %).

На листьях растений озимой пшеницы доминировал септориоз, озимого тритикале – ринхоспориоз и септориоз, озимого ячменя – комплекс (ринхоспориоз + сетчатая пятнистость + мучнистая роса). Степень поражения листьев озимой пшеницы септориозом достигала 20,0 %, мучнистой росой – 8,6 %; озимого тритикале комплексом болезней – 16,8,0 %, мучнистой росой и бурой ржавчиной – не превышала 13,9 и 1,3 % соответственно.

На колосе озимой пшеницы и озимого тритикале доминирует септориоз. В условиях выпадения обильных осадков в период колошения развитие болезни может достигать 38,5 и 83,6 % соответственно. В посевах озимого ячменя на колосе получили развитие фузариоз и гельминтоспориоз, суммарная степень поражения достигает 40,6 %.

В период вегетации озимых зерновых культур, проведенные плановые обработки не смогли существенно затормозить патологический процесс, особенно на колосе. Следовательно, новые районированные сорта озимых культур могут существенно поражаться возбудителями корневой гнили, септориозом, ринхоспориозом, и другими болезнями в период вегетации и требуют активной защиты.

Список литературы

1. Артемова, О. В. Влияние степени поражения растений корневой гнилью на показатели структуры урожая озимой пшеницы / О. В. Артемова // Защита растений на рубеже XXI века : материалы науч.-практ. конф., Минск – Прилуки, 19–21 февр. 2001 г. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока [и др.]. – Минск, 2001. – С. 143–144.
2. Биологические основы эффективного применения фунгицидов в защите листового аппарата и колоса зерновых культур от болезней: рекомендации / С.Ф. Буга [и др.]. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2013. – 60 с.
3. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
4. Григорьев, М. Ф. Изучение патогенных комплексов возбудителей наиболее распространенных типов корневых гнилей зерновых культур в Центральном Черноземье России / М. Ф. Григорьев // Изв. ТСХА. – 2012. – № 2. – С. 111–125.
5. Деревянкин, А. А. Септориоз пшеницы / А. А. Деревянкин // Защита растений. – 1970. – № 10. – С. 17–18.
6. Илюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / А.Г. Илюк; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 24 с.
7. Научные основы эффективного использования протравителей семян для защиты зерновых культур от болезней / С.Ф. Буга [и др.]. – Минск: Белбланкавид, 2011. – 52 с.
8. Новохатка, В. Г. Распределение корневых и прикорневых гнилей озимой пшеницы в Украинской ССР / В. Г. Новохатка, Н. В. Дорошенко, В. А. Заболотная // Микология и фитопатология. – 1990. – Т. 24, № 4. – С. 352–357.
9. Пахолкова, Е. В. Развитие септориоза / Е. В. Пахолкова // Защита и карантин растений. – 1999. – № 4. – С. 28–29.
10. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер ; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхов : Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
11. Склименок Н.А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Н.А. Склименок ; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 170 с.
12. Chen, C. Fungi associated with root rot in Alabama / C. Chen, D. J. Collins, G. Morgan-jones // J. of Phytopathology. – 1996. – Vol. 144, № 4. – P. 193–196.
13. Cook, R. J. Wheat health management / R. J. Cook, R. J. Vaseth. – St. Paul : Amer. Phytopathological Soc., 1991. – 152 p.
14. Environmental influence of the infection of wheat by *Mycosphaerella graminicola* / A. M. Magboul [et al.] // Phytopathology. – 1992. – Vol. 82, № 12. – P. 1407– 1413.
15. Frank, J. A. Influence of root rot on winter survival and yield of winter barley and winter wheat / J. A. Frank // Phytopathology. – 1985. – Vol. 75, № 9. – P. 1039–1041.
16. Gonzales, M. S. Identity and pathogenicity of fungi associated with root and crown rot of soft red winter wheat grown on the Upper Coastal Plain Land Resource Area / M. S. Gonzales, L. E. Trevathan // J. of Phytopathology. – 2000. – Vol. 148, № 2. – P. 77–85.

17. Hill, J. P. Quantitative disease assessment of wheat seedling leaves inoculated with *Fusarium roseum* "culmorum" / J. P. Hill // *Phytopathology*. – 1984. – Vol. 74, № 6. – P. 665–667.

18. Survey of *Fusarium* species associated with crown rot of wheat and barley in eastern Australia / D. Backhouse [et al.] // *Australasian Plant Pathology*. – 2004. – Vol. 33, № 2. – P. 255–261.

19. The *Septoria* diseases of wheat: concepts and methods of disease management / Z. Eyal [et al.]. – Mexico : CYMMIT, 1987. – 52 p.

**A.G. Zhukovski, N.A. Krupenko, S.F. Buga, V.G. Leshkevich,
N.A. Burnos**

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

PHYTOPATHOLOGICAL SITUATION IN THE CROPS OF WINTER CEREALS ON SEED-TRIAL GROUNDS AND STATIONS

Annotation. The data of phytopathological situation monitoring in the crops of winter cereals are shown. It is determined that winter cereals are damaged by root rot and diseases of leaves and ears all-round.

Key words: winter wheat, winter triticale, winter barley, diseases, root rot, *Septoria tritici* Blotch, *Stagonospora nodorum* Blotch, *Rhynchosporium* leaf scald, powdery mildew, *Fusarium head* Blotch, *Helminthosporium head* Blotch.

В.С. Комардина

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

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ФУНГИЦИДЫ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Рецензент: доктор с.-х. наук Буга С.Ф.

Аннотация. В результате двухлетнего изучения эффективности пяти двухкомпонентных фунгицидов (Беллис, ВДГ, Луна Транквилити, КС, Медея, МЭ, Терсел, ВДГ, Эмбрелия СК) установлено, что 3-х кратное применение их в системе защиты яблони в наиболее уязвимые для заражения болезнями периоды обеспечивает снижение развития парши до 97,8%, комплекса листовых пятнистостей – до 94,2%, мучнистой росы и плодовой гнили до 100% в зависимости от препарата.

Ключевые слова. Парша яблони, мучнистая роса, плодовая гниль, болезни яблони, листовые пятнистости, развитие болезни, система защиты, двухкомпонентные фунгициды.

Введение. Интенсивные технологии возделывания садов и выращивание сортов яблони на вегетативных подвоях с ежегодным плодоношением, а также более плотным размещением деревьев предполагают получение более 60 т/га плодов. Однако достижение такого урожая в промышленных садах лимитируют болезни.

В условиях Беларуси в насаждениях яблони доминируют парша (возбудитель гриб *Venturia inaequalis* (Coock.) Wint.) и монилиоз (*Monilinia fructigena* Aderh. Et Ruhl.), к субдоминирующим болезням относятся – мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha* Salm.) и комплекс пятнистостей листьев – филлостиктоз (*Phyllosticta mali*), альтернариоз (*Alternaria* spp) [7]. Прямые потери урожая от парши и монилиоза на сильнопоражаемых сортах могут достигать 60%, снижение выхода первосортной продукции – 90% [1]. В садах России недобор продукции от парши достигает 40–70%, а в годы эпифитотий урожай может вообще отсутствовать [2].

Ежегодно увеличивающийся ассортимент химических препаратов, в том числе системных фунгицидов, высокая их эффективность и быстрота действия создали предпосылки для широкомасштабного их применения. Это приводит к негативным последствиям, одним из которых является развитие резистентности. Для предупреждения этого процесса очень важным является чередование системных и контактных препаратов [5, 8].

При снижении эффективности системных фунгицидов применять их рекомендуют в смеси с контактными, но не более 4-х обработок в течение сезона. При этом соотношение норм расхода системного и контактного фунгицида должна быть 1:2/3 или максимально 1:1 [6]. В последнее десятилетие альтернативу баковым смесям фунгицидов в садоводстве составляют препараты, имеющие в своем составе два действующих вещества, различного механизма действия. К началу 2015 года для защиты яблони от болезней в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» (2014 г.) включено 5 двухкомпонентных фунгицидов: Беллис, ВДГ (пираклостробин, 128 г/кг+боскалид, 252 г/кг), Луна Транквилити, КС (флуопирам 125 г/л + пириметанил 375 г/л), Медея, МЭ (дифеноконазол, 50 г/л+флутриафол, 30 г/л), Терсел, ВДГ (пираклостробин, 40 г/кг+дитианон, 120 г/кг) и Эмбрелия СК (дифеноконазол, 40 г/л+изопирозам, 100 г/л).

Целью наших исследований было изучение эффективности применения двухкомпонентных фунгицидов в системе защиты яблони от болезней.

Материалы и методы. Производственные опыты по изучению эффективности использования двухкомпонентных фунгицидов Луна Транквилити, КС, Терсел, ВДГ и Эмбрелия СК против болезней яблони и Беллис ВДГ против мучнистой росы проводили на сорте Чемпион в промышленном саду РУП «Толочинский консервный завод» Толочинского района Витебской области. В 2015 году в схему опыта был включен двухкомпонентный фунгицид Медея, МЭ. Опыты проводили в двукратном повторении, площадь каждого повторения – 0,5 га. Учетных деревьев в варианте 20 (по 10 в повторении). Варианты опыта обрабатывали тракторным вентиляторным опрыскивателем «Зубр» с расходом рабочей жидкости 1000 л/га.

Наблюдения и учеты распространенности и развития болезней яблони проводили систематически в течение всей вегетации растений, по общепринятым в фитопатологии методикам, а также согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2007) [3, 4].

Опрыскивания проводили 3-хкратно в максимальных зарегистрированных нормах расхода препаратов, на фоне необходимых инсектицидных и фунгицидных обработок во всех вариантах, в наиболее уязвимые для заражения паршой и другими болезнями сроки – 1) фенофаза яблони «начало цветения» (ВВСН 60–62), 2) фенофаза «конец цветения» – «образование завязи» (ВВСН

67–70), 3) «плод лещина» (ВВСН 72–74). В варианте сравнения опрыскивания фунгицидами в этот период не проводили.

Результаты исследований. В условиях 2014–2015 гг. доминирующей болезнью в садах была парша яблони. Полное созревание перитециев парши яблони в саду РУП «Толочинский консервный завод» отмечалось в третьей декаде апреля, начало лета аскоспор – в первой декаде мая, а массовый лет аскоспор патогена – во второй декаде мая во время цветения яблони (разница по календарным датам за 2 года не превысила 3-х дней). В первый уязвимый для заражения паршой период начала цветения была проведена стартовая обработка двухкомпонентными фунгицидами. Дальнейшие опрыскивания зависели от погодных условий и прогноза развития болезней.

Первые признаки парши на листьях яблони отмечены в конце цветения (20.05 – в 2014 г. и 26.05 – в 2015 г.). Через неделю в вариантах с применением двухкомпонентных фунгицидов развитие болезни не превысило 3,1–4,8%, при распространенности 10,7–16,0% в 2014 г. и 0,1–1,8% при распространенности 1,3–5,4% – в 2015 г. В варианте без применения фунгицидов развитие парши в 2014 году было более интенсивным и достигло в этот период 15,5% при распространенности 37%, а в 2015 г. – не превысило 3,8% при распространенности 19,2%.

К концу первой половины вегетации в 2014 году развитие болезни на листьях в варианте с применением Эмбрелии не превысило 5,0% при распространенности 14,3%, на плодах парши не выявлено. В варианте, с применением Луны Транквилити, развитие болезни на листьях составило 9,5% при распространенности 38,0% и отмечено уже поражение плодов – 0,3% при распространенности 1,7%. В варианте с применением фунгицида Терсел и в контроле – без применения фунгицидов развитие парши на листьях составило 26,8 – 30,0% соответственно, при распространенности 50,0 – 52,3%. На плодах в контрольном варианте развитие болезни достигло 59,3% при распространенности 97,5%.

В этот же период в 2015 году степень поражения листьев паршой в вариантах с применением двухкомпонентных фунгицидов не превысила – 0,6– 1,7% при распространенности 2,7 – 26,7%. В то время как в контроле на листьях оно достигло 25,3% при распространенности 44,9%, на плодах – 12,2% при распространенности 39,8%. В то же время в опытных вариантах развитие парши на плодах не превысило 0,07% в варианте с применением Медеи, 1,3% – в вариантах с применением Луны Транквилити и Беллиса при распространенности 0,3% и 6,0% соответственно.

Погодные условия второй половины вегетации как в 2014, так и 2015 годах не способствовали интенсивному развитию парши в обрабатываемых вариантах, в связи с чем, степень поражения листьев и плодов оставалась на уровне предыдущих учетов или же возросла незначительно.

Такая же тенденция сохранялась до середины сентября и к периоду уборки урожая развитие болезни на плодах в 2014 году в вариантах с применением двухкомпонентных фунгицидов не превысило 1,5–4,5% при распространенности 6,0–16,6%, в 2015 году – 1,1– 4,6% при распространенности 4,5–11,3%. В варианте без применения фунгицидов также не произошло существенного увеличения развития болезни, однако оно оставалось на уровне эпифитотии и составило в 2014 году – 59,2% при распространенности 97,5% , в 2015 году – 44,9% при распространенности 95,8%

Развитие мучнистой росы в условиях 2014–2015 гг. имело депрессивно – умеренный характер и не превысило в контроле 6,8% (2014) – 9,3% (2015) при распространенности 26,1–28,5% соответственно.

Развитие комплексной инфекции филлостиктоза и альтернариоза на листьях яблони в течение 2 лет в варианте без применения фунгицидов также не превысило 8,9% при распространенности 19,0%.

Анализируя биологическую эффективность 3-х кратного применения двухкомпонентных фунгицидов против парши яблони в период уборки урожая, установлено, что в условиях эпифитотийного развития болезни на листьях она колебалась от 48,4–80,9% в 2014 году до 73,4–97,8% в 2015 году (табл. 1). На плодах этот показатель за годы исследований составил 89,8–97,6%.

Против мучнистой росы в условиях 2014 года наибольшую эффективность (100%) показал фунгицид Беллис, в состав которого входят пираклостробин и боскалид, высокая эффективность (91,2%) отмечена у фунгицида Эмбрелия (табл. 2). Эффективность препаратов Терсел и Луна Транквилити не превысила 42,6–67,6%. В тоже время в 2015 году эффективность всех изучаемых двухкомпонентных фунгицидов достигла 100%.

Эффективность против комплекса листовых пятнистостей за годы исследований колебалась от 84,9% до 94,2%, в зависимости от препарата.

Максимальная эффективность всех изучаемых фунгицидов, которая в течение 2-х лет составляла 100%, отмечена против плодовой гнили.

Таблица 1 – Эффективность 3-х кратного применения двухкомпонентных фунгицидов в системе защиты яблони от парши (производственный опыт, сорт Чемпион, РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области)

Вариант	Биологическая эффективность в период уборки урожая, %			
	2014 г.		2015 г.	
	листья	плоды	листья	плоды
Контроль* (вариант без применения фунгицидов)	34,5	57,2	58,9	44,9
Беллис, ВДГ (0,8 кг/га)	–	–	73,4	89,8
Луна Транквилити, СК (1,0 л/га)	53,0	94,2	85,2	90,2
Медея МЭ (1,0 л/га)	–	–	92,7	97,6
Терсел, ВДГ (2,5 кг/га)	48,4	90,0	78,9	94,7
Эмбрения КС (1,5 л/га)	80,9	96,5	97,8	97,1

*В контроле указано развитие болезни, %.

Таблица 2 – Эффективность 3-х кратного применения двухкомпонентных фунгицидов в системе защиты яблони от болезней (производственный опыт, сорт Чемпион, РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области)

Вариант	Биологическая эффективность в период уборки урожая, %					
	Мучнистая роса		Плодовая гниль		Пятнистости листьев (филлостиктоз+ альтернариоз)	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Контроль* (вариант без применения фунгицидов)	6,8	9,3	12,8	7,2	8,9	8,6
Беллис, ВДГ (0,8 кг/га)	100	100	100	100	–	84,9
Луна Транквилити, СК (1,0 л/га)	67,6	100	100	100	85,4	90,7
Медея МЭ (1,0 л/га)	–	100	100	100	–	86,1
Терсел, ВДГ (2,5 кг/га)	42,6	100	100	100	86,5	90,7
Эмбрения КС (1,5 л/га)	91,2	100	100	100	91,0	94,2

*В контроле указано развитие болезни, %.

Выводы. Проведенные в течении 2-х лет исследования доказали высокую эффективность 3-х кратного применения двухкомпонентных фунгицидов в системе защиты яблони от болезней в наиболее уязвимые для заражения болезнями

периоды с начала цветения до роста завязи, которая составила: против парши яблони на листьях – от 48,4% до 97,8%, на плодах – 89,8–97,6%; против мучнистой росы колебалась от 42,6 до 100%; против комплекса листовых пятнистостей – 84,9–94,2%; против плодовой гнили достигала 100%.

Список литературы

1. Григорцевич Л.Н. Обоснование интегрированной защиты семечковых культур от болезней в условиях Беларуси./ Автореф. ... докт. с.-х. наук, Киев, 1995 г.
2. Долженко В.И., Гришечкина Л.Д. Экологическое обоснование защиты яблони от парши и других болезней // Защита растений на рубеже XXI века: Тезисы научно-практ. конф., посвященной 30-летию БелНИИЗР. - Мн., "Белбизнеспресс", 2001 г. - С. 187 - 190.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве/ раздел: Болезни плодовых к-р. – Несвижская укрупнен. типогр. им. С.Буденного, 2007. – С. 371 – 431.
4. Прогноз изменения численности вредных организмов в садах: монография / С.Е. Головин [и др.]. - Москва, 2006 – 116 с..
5. Agostini, J. P. Greenhouse Evaluation of Products That Induce Host Resistance for Control of Scab, Melanose, and Alternaria Brown Spot of Citrus / J. P. Agostini // Plant Dis. – 2002. - Vol.87. – P. 69-74.
6. FRAC list of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents (December 2006) // Обзорная информация [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.frac.info/> - Дата доступа: 10.02.2007.
7. Kamardzina, V.S. Optimization of phytosanitary state of young apple-tree industrial plantations under conditions of Belarus / V.S. Komardzina, N.E. Kaltun // 55. Sesja Naukowa IOR-PIB : streszczenia, Poznan, 12-13 lutego 2015 / Instytut Ochrony Roslin. – Poznan, 2015. – S. 203-204
8. Meszka, B. Parch jabłoni / B. Meszka, S. Masny. – Kraków: Plantpress, 2006. – 72s.

V.S. Komardina

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

TWO COMPONENT FUNGICIDES IN THE SYSTEM OF APPLE-TREE PROTECTION AGAINST THE DISEASES

Annotation. As a result of two years efficiency study of five two component fungicides (Bellis, WDG, Luna Trankvility, SC, Medeya, ME, Tersel, WDG, Ambreliya SC) it is determined that their three times application in the system of apple-tree protection at the most vulnerable for diseases infection periods provides with scab decrease up to 97,8%, leaf spot diseases complex – up to 94,2%, powdery mildew and fruit rot – up to 97,8% depending on the preparation.

Key words. Apple scab, powdery mildew, fruit rot, apple-tree diseases, leaf spot diseases, disease development, protection system, two component fungicides.

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Рецензент: канд. с.-х. наук Крупенько Н.А.

Аннотация. Представлены результаты фитопатологической экспертизы семян льна масличного биологическим методом анализа инкубирования семян во влажной камере и на питательных средах различного состава. Показана зараженность семян льна масличного бактериозом, крапчатостью, сапротрофными и патогенными грибами. Установлено, что для определения посевных качеств семян и зараженности их крапчатостью предпочтительнее метод влажной камеры. Для выявления, изоляции и культивирования патогенов грибной и бактериальной природы – инкубирование семян на картофельно-глюкозном агаре, а для патогенной микрофлоры (*Fusarium* spp., *Colletotrichum lini* Mans et Bolley, *Aureobasidium pullulans* f. *Lini* (Laff) Cokke) – сусло-агаре.

Ключевые слова: лен масличный, семена, фитопатологическая экспертиза, влажная камера, питательная среда, сусло-агар, картофельно-глюкозный агар, картофельно-морковный агар, среда Чапека, патогенная микрофлора, сапротрофная микрофлора, бактерии, крапчатость, энергия прорастания, лабораторная всхожесть.

Введение. Высокое качество семян является одним из основных агрономических требований, обеспечивающих при прочих оптимальных условиях получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Качество семенного материала льна масличного имеет первостепенное значение для успешного выращивания и расширения площадей данной культуры в Беларуси. Семена часто являются одним из основных источников распространения инфекции на льне. Цветков С.Г. из 144 видов грибов отмечал на семенах льна присутствие 32 видов [7]. Посев зараженными семенами приводит к передаче болезней на вегетирующие растения, создавая тем самым очаги инфекции и ее распространение в поле.

Микрофлора, встречающаяся на семенах, представлена как сапротрофными, так и патогенными видами грибов. Плесневение семян в основном вызывается грибами-сапротрофами: *Alternaria*

spp. (альтернариозная черная плесень), *Cladosporium* spp. (кладоспориозная оливково-черная плесень), *Mucor* spp. (серая плесень), *Penicillium* spp. (пенициллезная плесень), *Aspergillus* spp. (зеленая плесень), *Rhizopus* spp. (черная плесень) и др. Некоторые из них в определенных условиях способны переходить к паразитированию и частично или полностью разрушать семена. При этом значительный ущерб они причиняют в период хранения семян, снижая их качество и зачастую вызывая гибель. Основными патогенами на семенах, вызывающих патологический процесс в период вегетации культуры, являются: *Colletotrichum lini* Manns et Bolley (антракноз), *Fusarium* spp. (фузариоз) и *Aureobasidium pullulans* f. *lini* (Laff) Cokke (полиспороз). Предварительная проверка семян на зараженность болезнями имеет важное значение наравне с определением всхожести семян и других хозяйственных признаков [2].

Для выявления болезней и зараженности семян патогенами методы оценки качества семян подбираются в каждом отдельном случае с учетом особенности культуры, особенности заражения и локализации паразита в тканях, внешних признаков поражения. Фитопатологический анализ семян проводят специальными методами экспертизы [4].

В настоящее время при проведении фитопатологической экспертизы посевного материала льна масличного наиболее часто применяется биологический метод анализа семян во влажной камере или на питательных средах различного состава. Поэтому основной целью данной работы являлось сравнение разных модификаций биологического метода анализа, позволяющего более точно установить зараженность семян льна масличного возбудителями болезней.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в РУП «Институт защиты растений» в 2015–2016 гг. Материалом для исследования служили семена льна масличного, используемые для посева на опытных участках и в производственных условиях. Фитопатологическую экспертизу посевного материала льна масличного проводили посредством инкубации семян во влажной камере и на питательных средах различного состава: сусло-агаре, картофельно-глюкозном агаре, картофельно-морковном агаре и среде Чапека [2, 3].

Сусло-агар: неохмеленное пивное сусло разбавляли водой до 7° по ареометру Баллинга. К разбавленному суслу добавляли 1,5–2,0% агар-агара. Смесь подогревали и в горячем виде разливали в колбы. Стерилизацию проводили при 0,5–1,0 атм. в течение 1 часа.

Картофельно-глюкозный агар: 200 г очищенного, вымытого картофеля, нарезанного ломтиками, заливали 1 л воды и кипятили в

течение 40 минут. Затем жидкость отфильтровывали через четыре слоя марли, восстанавливали до первоначального объема, добавляли 1,5–2,0 % агар-агара, кипятили 20 минут, после чего вносили 20 г глюкозы, разливали в колбы и стерилизовали в автоклаве при давлении 1,0 атм. в течение 30 минут.

Картофельно-морковный агар: картофель (немолодой) – 20,0 г, морковь – 20,0 г, агар – 20,0 г, вода – 1,0 л. Тщательно вымытые, очищенные и измельченные клубни кипятили в воде 1 час и протирали через сито. Затем добавляли агар-агар, растворяли его и стерилизовали среду 20 мин при давлении 1,0 атм.

Среда Чапека: NaNO_3 – 2,0 г; KH_2PO_4 – 1,0 г; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г; KCl – 0,5 г; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,01 г; сахароза – 30,0 г; агар-агар – 20,0 г; вода – 1000 мл. Параметры стерилизации среды: 30 минут при 1,0 атм [5].

Семена перед закладкой не подвергали дезинфекции, закрытые чашки Петри с семенами помещали в термостат для проращивания на 7 суток при температуре +22–25 °С.

Зараженность семян оценивали в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Фитопатологическая экспертиза посевного материала льна масличного, проведенная в 2015 г. методом влажной камеры, позволила установить посевные качества семян льна масличного (энергию прорастания, лабораторную всхожесть) и их инфицированность патогенами. Данные таблицы 1 свидетельствуют о высоком уровне зараженности семян крапчатостью (до 55,5 %) и бактериальной инфекцией (10,0–20,5 %), при этом общая инфицированность семян льна масличного варьировала от 15,5 до 76,0 %.

Проведенная в дальнейшем работа по выявлению оптимального метода фитопатологической экспертизы семян льна масличного показала, что только инкубирование семян во влажной камере позволяет установить пораженность семян крапчатостью. Данный возбудитель болезни образовывал только мицелий. На семядолях и корешках наблюдали кирпично-красную точечность и штрихи той же окраски.

В производственных условиях чаще всего ограничиваются анализом семян во влажной камере. Однако результаты наших исследований свидетельствуют о том, что данный метод учета недостаточно информативен с точки зрения выявления возбудителей таких болезней, как антракноз и фузариоз. Следовательно, необходим более точный детальный анализ на питательных средах.

Таблица 1 – Посевные качества и инфицированность посевного материала льна масличного (лабораторный опыт, метод влажной камеры, РУП «Институт защиты растений», 2015 г.)

Сорт	Область	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Распределение зараженных семян по болезням, %			Грибы-сапрофиты (плесневение семян), %	Бактериоз, %	Общая зараженность семян, %
				Фузариоз	Антракноз	Крапчатость			
Опус	Вт	80,5	81,0	0,0	0,0	29,5	1,5	20,5	51,5
Салют	Вт	41,0	79,0	0,0	0,0	19,0	0,0	16,0	35,0
Опус	Вт	78,0	79,0	0,0	0,0	32,0	1,0	19,0	52,0
Салют	Вт	69,5	80,5	0,0	0,0	2,5	0,5	12,5	15,5
Грант	Вт	59,0	69,5	0,0	0,0	2,5	0,0	20,5	23,0
Билтон	Гр	70,5	81,0	0,0	0,0	38,0	1,0	18,5	57,5
Лирина	Гр	65,0	85,0	0,0	0,0	11,0	1,0	10,0	22,0
Лирина	Мн	68,0	77,0	0,0	0,0	55,5	0,5	20,0	76,0
Брестский	Мн	87,0	87,5	0,0	0,0	16,0	0,5	20,0	36,5

Примечание. Мн – Минская, Вт – Витебская, Гр – Гродненская, Бр – Брестская области.

Проведенная в дальнейшем фитопатологическая экспертиза данных партий семян на питательной среде (картофельно-глюкозный агар) показала, что семенная инфекция льна масличного представлена, преимущественно, грибами из родов *Alternaria* (4,5–84,0%), *Fusarium* (до 1,0%), *Penicillium* (1,0–39,0%), *Colletotrichum* (до 13,0%), *Cladosporium* (до 6,0%), *Aspergillus* (до 84,5%), *Mucor* (до 2,5%), *Rhizopus* (2,0–46,0%), *Botrytis* (до 1,0%) и *Sclerotinia* (до 2,5%) (табл. 2).

Следует отметить, что данный метод позволил выявить патогенную микофлору (*Colletotrichum* spp. и *Fusarium* spp.). Возбудитель антракноза на питательной среде образовывал типичные студенистые колонии ярко-оранжевого, слегка бурого цвета, хорошо заметные на глаз при просматривании чашек с верхней стороны. Возбудители фузариоза на семенах развивали белые, розовые или желтые пушистые мицелии. Инкубирование на питательной среде показало реальную общую зараженность семян грибами, которая в зависимости от партии составила 30,0–100%, в то время как метод влажной камеры показал общую зараженность семян 15,5–76,0%.

Таблица 2 – Зараженность посевного материала льна масличного фитопатогенными и сапротрофными микроорганизмами (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», картофельно-глюкозный агар, 2015 г.)

Сорт	Область	Бактерии, %	Заражено грибами, %										Общая заражённость семян грибами, %			
			<i>Fusarium</i> spp.	<i>Colletotrichum lini</i>	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Sclerotinia</i> spp.	<i>Botrytis</i> spp.		Другие		
Опус	Вт	7,0	0,0	0,0	2,5	5,5	34,0	1,0	0,0	44,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,0
Салют	Вт	10,0	1,0	3,5	0,5	0,0	67,5	1,5	2,0	3,5	0,0	1,0	1,5	1,5	1,5	81,0
Опус	Вт	3,0	0,0	0,0	6,0	5,0	31,5	1,0	0,0	46,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	90,0
Салют	Вт	2,0	1,0	0,0	6,0	28,0	5,5	4,0	2,0	2,0	0,0	0,5	1,0	0,5	1,0	50,0
Грант	Вт	1,5	0,0	0,0	2,5	10,5	4,5	4,0	2,5	5,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	30,0
Билтон	Гр	5,0	1,0	0,0	0,0	7,5	84,0	3,0	1,5	3,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Лирина	Гр	1,5	0,0	0,0	3,5	4,5	9,5	29,5	0,5	38,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	88,5
Лирина	Мн	45,5	0,5	13,0	0,0	84,5	37,0	1,0	1,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Брест-ский	Мн	6,5	1,0	0,5	6,0	16,5	5,0	39,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	76,0

Примечание. Мн – Минская, Вт – Витебская, Гр – Гродненская, Бр – Брестская области.

Таблица 3 – Влияние вида питательной среды на выявление грибных контаминантов семян льна масличного (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», сорт Брестский)

Питательная среда	Здоровые, %	Бактериальные контаминанты, %	Заражено грибами, %										Общая зараженность семян грибами, %
			<i>Fusarium</i> spp.	<i>Colletotrichum lini</i>	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Sclerotinia</i> spp.	<i>Aureobasidium pullulans f. lini</i>	
2015 г.													
СА	46,0	30,5	1,5	0,0	7,0	0,5	5,0	7,0	0,0	4,0	0,0	1,5	25,5
КГА	44,5	41,5	0,0	0,0	6,0	0,0	6,0	2,0	0,0	2,0	0,5	2,0	18,5
КМА	60,0	27,5	0,0	0,0	7,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,5	14,0
СЧ	45,0	42,5	1,0	0,0	5,0	0,0	0,5	5,5	0,0	1,5	0,0	0,0	13,5
2016 г.													
СА	46,0	30,0	1,3	1,0	7,0	0,0	12,0	2,0	0,5	1,0	0,0	0,3	25,0
КГА	34,0	45,0	1,8	0,3	6,5	0,0	9,5	2,0	0,0	1,5	0,3	0,0	22,5
КМА	75,5	22,5	0,5	0,0	2,5	0,0	9,0	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0	12,5
СЧ	55,0	18,0	1,5	0,3	9,0	1,3	23,0	1,5	0,0	0,3	0,0	0,0	27,3

Примечание. СА – сусло-агар; КГА – картофельно-глюкозный агар; КМА – картофельно-морковный агар; СЧ – среда Чапека.

Дальнейшие исследования питательных сред для выявления контаминантов семенного материала льна масличного проводили на семенах сорта Брестский, выращенный на опытном поле РУП «Институт защиты растений». Установлено варьирование частоты изоляции грибов в зависимости от используемой для биологического метода анализа фитопатологической экспертизы вида питательной среды. Общая инфицированность семян грибными контаминантами в 2015–2016 гг. была практически одинаковой и составила 13,5–25,5% и 12,5–27,3% соответственно (табл. 3).

Установлено, что использование картофельно-морковного агара меньше всего из анализируемых питательных сред позволяет выявить зараженность семян грибными патогенами. Общая зараженность семян грибами при использовании данной питательной среды составила всего от 12,5 до 14,0%, в то же время при инкубировании семян на сусло-агаре – от 25,0 до 25,5%. Данные

таблицы 3 показывают, что картофельно-глюкозный агар, сусло-агар и среда Чапека позволяют обнаружить основных грибных контаминантов семян льна масличного. В то же время, следует отметить, что картофельно-глюкозный агар оказался наиболее универсальной средой для обнаружения бактериальных и грибных фитопатогенов (процент здоровых семян варьировал от 34,0 до 44,5). Для обнаружения и индентификации патогенной микрофлоры (*Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. и *Aureobasidium* spp.) предпочтительным был сусло-агар.

Следует отметить, что при проведении фитопатологической экспертизы наблюдали различия в прорастании семян на питательных средах. Так, на картофельно-морковном агаре семена льна масличного прорастали полностью, проростки были хорошо развиты и по длине в несколько раз превышали длину семени, что дополнительно создавало трудности при визуальном осмотре семян на зараженность их фитопатогенами. На всех остальных питательных средах (сусло-агар, картофельно-глюкозный агар и среда Чапека) семена не прорастали, что облегчало диагностику.

Заключение. Биологический метод анализа фитопатологической экспертизы семян льна масличного во влажной камере позволяет более точно определить посевные качества семян (энергию прорастания и лабораторную всхожесть), а также поражённость семян крапчатостью и бактериозом. В то же время, биологический метод фитопатологической экспертизы семян на питательных средах более информативный и предпочтительный для определения грибных контаминантов (фитопатогенной и сапротрофной микрофлоры). По результатам исследования данный метод можно рекомендовать для определения и идентификации грибов на семенах льна масличного. При проведении биологической экспертизы анализа на питательных средах для выявления бактериальной и грибной микрофлоры рекомендуется использовать наиболее универсальную питательную среду – картофельно-глюкозный агар, а для обнаружения на семенах льна масличного патогенных грибов – сусло-агар.

Список литературы

1. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартинформ, 2011. – 55 с.
2. Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры льна и конопли / ВИР; под ред. Г.Г. Давидяна. – Л.: ВИР, 1979. – 199 с.
3. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням / сост.: Н.И. Лошаковой [и др.] – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 52 с.

4. Наумова, Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н.А. Наумова. – Ленинград: Колос, 1970. – 208 с.
5. Саскевич, П.А. Управление вредными организмами льна-долгунца: монография. / П.А. Саскевич, С.Н. Козлов. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 348 с.
6. Семенов, С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. Справочник. / С.М. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
7. Цветков, С.Г. Микофлора и главнейшие болезни льна-долгунца в Новгородской области: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 06-540 / С.Г. Цветков. – Ленинград-Пушкин, 1970. – 24 с.

S.I. Nekhvedovich, D.V. Voitka

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

FEATURES OF BIOLOGICAL ANALYSIS METHOD DURING PHYTOPATHOLOGIC EXAMINATION OF SEED OIL FLAX

Annotation. The results of phytopathologic oil flax seeds expertise by incubation in moist chamber and on different composition nutritive media are presented. Oil flax seeds infection by bacteriosis, mottledness, saprotroph and pathogenic fungi is shown. It is determined that for sowing seeds quality determination moist chamber method is more preferable. For revealing, isolation and cultivation of fungal and bacterial origin pathogens – seeds incubation on potato-glucose agar and for pathogenic micoflora (*Fusarium* spp., *Colletotrichum lini* Mans et Bolley, *Aureobasidium pullulans f. Lini* (Laff) Cokke) – wort agar.

Key words: oil flax , seeds, phytopathological expertise, moist chamber, nutritive medium, wort-agar, potato-glucose, potato-carrot, Chapek medium, pathogenic microflora, saprotroph micoflora, bacteria, mottledness, germination energy, laboratory germination.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ ОТ КЛЯСТЕРОСПОРИОЗА

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

Аннотация. Обоснована система контроля развития клястероспориоза в насаждениях сливы домашней, с учетом биоэкологических особенностей развития гриба *Cl. carpophilum*, его чувствительности к фунгицидам, включающая применение препаратов с разным механизмом действия по принципу их чередования в критические для заражения периоды (начало лета конидий, массовый лет конидий, нарастание развития болезни, осенний пик лета конидий). Биологическая эффективность разработанной системы защиты составила 79,9%.

Ключевые слова. Слива домашняя, клястероспориоз, *Clasterosporium carpophilum*, фунгициды, чувствительность, развитие, биологическая эффективность.

Введение. В Беларуси слива прочно входит в число экономически выгодных культур благодаря наличию высокоурожайных сортов, надежно обеспечивающих рентабельность ее производства.

Наибольший ущерб причиняют сливовым садам грибные болезни, которые нередко распространяются настолько широко, что носят характер эпифитотий [2, 3]. Среди таких болезней особое место занимает клястероспориоз, или дырчатая пятнистость. Клястероспориозом поражаются все надземные органы растения [8]. При наличии благоприятной погоды для развития болезни поражение сливовых деревьев может достигать 100%. Особенно в сильной степени возбудитель клястероспориоза – гриб *Clasterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh. поражает листья. Интенсивное поражение листьев вызывает их преждевременное опадение, что неблагоприятно сказывается на развитии и перезимовке деревьев, уменьшается закладка плодовых почек, обуславливая снижение урожая на следующий год [8]. Вредоносность клястероспориоза сливы домашней в условиях Беларуси проявляется в поражении почек, снижении ассимиляционной поверхности листьев, годичного прироста побегов и массы плодов, что отрицательно сказывается на урожае [7]. На примере сортов Венера и Стенли гибель почек в 2011–2013 гг. составила от 6,8 до 8,0%, сорта Ренклюд ранний – 8,4–10,8%. Клястероспориоз

сливы, поражая листья, приводит к снижению годовичного прироста побегов в 1,2 раза и массы плодов в среднем на 15,5% [7].

В снижении вредоносности и развития клястероспориоза особое значение приобретают прогрессивные системы защиты, высокий уровень агротехники, выращивание устойчивых сортов. В условиях Беларуси не выявлено не поражаемых клястероспориозом сортов сливы домашней [6].

Широкое распространение и высокая вредоносность клястероспориоза в насаждениях сливы домашней, отсутствие высокоустойчивых сортов, особенности развития гриба *Cl. carpophilum* обуславливают выбор химического метода защиты, как основного. Учитывая высокий инфекционный потенциал гриба *Cl. carpophilum*, выпадение частых осадков в период вегетации, требуется, с биологической точки зрения, включение в систему защиты фунгицидов продолжительного системного действия для обеспечения высокоингибирующего эффекта, повышения рентабельности приема защиты и сохранения экологической ценности урожая. В связи с этим цель исследований состояла в оценке чувствительности гриба *Cl. carpophilum* к фунгицидам и их эффективности в ограничении развития клястероспориоза в условиях полевых и производственных опытов.

Материалы и методика проведения исследований. Для изучения чувствительности гриба *Cl. carpophilum* к фунгицидным препаратам применяли методы Международного комитета по фунгицидной резистентности FRAC [9]. Для определения чувствительности популяции *Cl. carpophilum* проводили культивирование изолятов на питательных средах, содержащих различные концентрации (0,1; 1,0; 10,0; 100 мкг/мл) одного из фунгицидов: делан, ВГ; дитан Нео Тек 75, ВДГ; силлит, КС; хорус, ВДГ. Для этого готовили маточный раствор изучаемого препарата, в качестве растворителя использовали стерильную дистиллированную воду, концентрация маточного раствора – 1000 мкг/мл. В качестве питательной среды применяли картофельно-глюкозную агаризованную среду. Эксперимент проводили в 4-кратной повторности, опытные варианты сопровождалась постановкой обязательных контролей. В вариантах в питательную среду добавляли соответствующие количества маточного раствора с целью получения определенных конечных концентраций фунгицида. Использовали 4 конечные концентрации: 0,1; 1; 10 и 100 мкг/мл. Питательную среду, содержащую ту или иную концентрацию, разливали в чашки Петри и производили посев исследуемых изолятов гриба. Засеянные чашки культивировали при 20 °С в течение 10 суток. После чего учитывали линейный

рост грибов во всех вариантах и рассчитывали ингибирование роста колоний в опытных вариантах. Затем, используя логарифмическую сетку, для каждого изолята рассчитывали значения EC_{50} . По оси X откладывали данные подавления роста колоний гриба в процентах, по оси Y – концентрация изучаемого фунгицида в мкг/мл [9]. По устойчивости к фунгицидам изоляты классифицировали в соответствии со следующей шкалой: EC_{50} менее 1 мкг/мл – очень низкая устойчивость, 1,1–10 мкг/мл – низкая устойчивость, 10,1–40 мкг/мл – средняя, более 40 мкг/мл – высокая устойчивость [1].

Полевые опыты проводили в опытном саду РУП «Институт плодородия» Минского района на модельных деревьях в 5-кратной повторности (дерево – повторность) на фоне естественного развития болезни. Расход рабочей жидкости 1 л на дерево.

Производственную проверку системы защиты сливы домашней от клостероспориоза проводили в СПК «Остромечеве» Брестского района в 2-кратной повторности (площадь повторности – 1,0 га), расход рабочей жидкости – 1000 л/га в соответствии с общепринятыми методиками [4, 5].

Биологическую эффективность защитных мероприятий, выраженную в процентах, рассчитывали по формуле:

$$БЭ = (M_k - M_o) / M_k \times 100,$$

где M_k – показатель распространенности или развития болезни в контроле (защитные мероприятия не проводились), %; M_o – показатель распространенности или развития болезни в опыте (защитные мероприятия осуществлялись), %.

Статистическую обработку результатов исследований проводили, используя пакет программ статистической обработки данных MS Excel и Statistica 6.0.

Результаты исследований. Исследования по экологизации защиты сливы домашней от клостероспориоза, в частности химической, проведены в два этапа. Первый этап предусматривал определение чувствительности гриба *Cl. carpophilum* к фунгицидам путем постановки опытов *in vitro*, второй этап – определение биологической эффективности препаратов химического и биологического происхождения в полевых условиях и введение их в защиту сливы домашней от клостероспориоза.

Анализ чувствительности изолятов гриба *Cl. carpophilum*, выделенных из пораженных листьев и почек сливы домашней, отобранных в опытном саду РУП «Институт плодородия», к изучаемым фунгицидам свидетельствует о дифференцированной реакции. Общим для них является отсутствие резистентности, так как значение EC_{50} не превышало 100 мкг/мл (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение изолятов популяции гриба *Clasterosporium carpophilum* по чувствительности к фунгицидам (лабораторный опыт, 2011–2012 гг.)

Фунгицид	ЕС ₅₀ , мкг/мл				
	0,1–1	1,1–10	10,1–40	40,1–100	>100
	% от общего числа изолятов				
Делан, ВГ (дителианон, 700 г/кг)	0,0	22,3	76,7	0,0	0,0
Дитан Нео Тек 75, ВДГ (манкоцеб, 750 г/кг)	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
Раек, КЭ (дифенконазол, 250 г/л)	0,0	100	0,0	0,0	0,0
Силлит, КС (додин, 400 г/л)	0,0	100	0,0	0,0	0,0
Хорус, ВДГ (ципродинил, 750 г/кг)	0,0	26,7	60,0	13,3	0,0

Примечание. Исследования проводились на 42 изолятах гриба *Cl. carpophilum*, выделенных из пораженных частей сливы, отобранных в опытном саду РУП «Институт плодводства».

Изоляты популяции гриба *Cl. carpophilum* оказались с высокой чувствительностью к фунгицидам Раек, КЭ и Силлит, КС. Реакция изолятов на фунгициды Делан, ВГ и Дитан Нео Тек 75, ВДГ была не однозначной: в популяции встречаются изоляты с высокой и средней чувствительностью, особенно к препарату Делан, ВГ. К фунгициду Хорус, ВДГ в популяции гриба *Cl. carpophilum* оказалось 13,3% изолятов с пониженной чувствительностью и 60% – со средней. Следовательно, вследствие применения Хоруса, ВДГ возможен отбор высокоустойчивых изолятов, поэтому его применение может способствовать снижению эффективности контроля болезни. Результаты исследований *in vitro* позволили получить предварительную оценку эффективности фунгицидов по отношению к грибу *Cl. carpophilum* без учета их влияния на растение и окружающую среду. Поэтому изучение эффективности фунгицидов было продолжено в условиях полевого опыта.

Сроки обработок сливы фунгицидами против клостероспориоза определяли с учетом полученных данных по динамике лета конидий возбудителя и развития болезни и проводились в уязвимые для заражения культуры периоды.

Первая фунгицидная обработка сливы препаратом азофос модифицированный, 50% к.с. (10 кг/га) была проведена в период начала рассеивания конидий гриба *Cl. carpophilum* в фазе «зеленый конус» (15.04) и являлась профилактической. Дальнейшая схема обработок представляла собой 3-кратное применение изучаемых фунгицидов. Такая кратность обработок была обусловлена, прежде всего, растянутым летом конидий патогена и продолжительным периодом заражения листьев сливы.

Обработки фунгицидами проводили в фенофазы «появление первых настоящих листьев» (27.04), что совпадает с летом конидий гриба *Cl. carpophilum*, «начало цветения» (10.05) – перед началом массового лета конидий. В варианте, где проводили только профилактическую обработку, развитие клястероспориоза сливы уже во II декаде июня достигло 30,4 % (табл. 2), в связи с чем была проведена третья фунгицидная обработка в фенофазе «рост плодов» (14.06).

Динамика развития болезни в вариантах с применением фунгицидов оказалась сравнительно одинаковой, даже в варианте с использованием Хоруса, ВДГ, несмотря на то, что к ципродинилу в специальных опытах у 13,3% изолятов наблюдалась низкая чувствительность. Известно, что в природных условиях уменьшение биологической эффективности наблюдается не сразу после обнаружения снижения чувствительности группы изолятов в популяции, а лишь после накопления определенного потенциала таких генотипов гриба [1].

К периоду сбора урожая развитие клястероспориоза в вариантах с применением фунгицидов было 12,5–14,8%, что в 3 раза ниже, чем в контрольном варианте.

Биологическая эффективность применения изучаемых фунгицидов к периоду уборки урожая составляла от 66,7 до 71,9%.

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на динамику развития клястероспориоза сливы домашней (полевой опыт, сорт Награда неманская, РУП «Институт плодководства» Минский район, 2011 г.)

Вариант	Развитие клястероспориоза на дату учета (%), в фенофазе					Биологическая эффективность, %
	13.06	29.06	08.07	18.07	03.08	03.08
	«рост плодов»			«начало созревания плодов»	«созревание плодов»	«созревание плодов»
Без обработки	30,4	36,3	40,6	41,2	44,5	–
Хорус, ВДГ (0,2 кг/га)	4,2	6,3	8,2	11,3	14,2	68,1
Дитан Нео Тек 75, ВДГ (0,2 кг/га)	4,6	6,5	8,4	12,4	14,6	67,2
Раек, КЭ (0,2 л/га)	3,8	5,9	8,0	9,9	12,5	71,9
Силлит, КС (2,0 л/га)	4,0	6,0	8,2	10,3	13,1	70,6
Делан, ВГ (0,7 кг/га)	5,0	6,4	8,6	11,5	14,8	66,7

Примечание. Фунгициды применялись трёхкратно: 27.04 – «появление первых настоящих листьев», 10.05 – «начало цветения», 14.06 – «рост плодов».

Полученные данные по эффективности новых фунгицидов Раек, КЭ (0,2 л/га) и Силлит, КС (2,0 л/га) в защите сливы от клястероспориоза позволили включить их в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

На основании мониторинга развития гриба *Cl. carpophilum* и с учетом складывающихся погодных условий в 2012–2013 гг. в СПК «Остромечево» Брестского района была осуществлена система защиты сливы домашней среднепоражаемого сорта Стенли от клястероспориоза.

Обработки сливы фунгицидами проводили в наиболее уязвимые для заражения сливы периоды с учетом динамики лета конидий гриба *Cl. carpophilum* и развития болезни.

Против клястероспориоза на сливе в период вегетации 2012 г. было проведено 4 обработки следующими препаратами: Силлит, КС (2,0 л/га), Раек, КЭ (0,2 л/га), Делан, ВГ (0,7 кг/га). Кроме того, на опытном варианте осенью 2011 г. применили препарат Азофос модифицированный, 50 % к.с. (8,0 кг/га), что позволило снизить количество пораженных почек по сравнению с вариантом без обработки на 9,4 %. В 2013 г. данную обработку не проводили, так как погодные условия осени 2012 г. (сентябрь–октябрь) были неблагоприятными для лета конидий гриба *Cl. carpophilum* и заражения почек сливы клястероспориозом (табл. 3).

Таблица 3 – Схема проведения обработок против клястероспориоза сливы (производственный опыт, сорт Стенли, СПК «Остромечево», Брестский район, 2013 г.)

Дата обработки	Фенофаза сливы	Условия для проведения обработок	Вариант 1	Вариант 2 (без обработки)
16.04	«набухание почек»	Профилактическая обработка	Азофос модифицированный, 50 % к.с., 8,0 кг/га	–
30.04	«зеленый бутон»	Начало лета конидий (10–34 штук на спороловушку)	Силлит КС, 2,0 л/га	–
10.05	«конец цветения»	Массовый лет конидий (463 – 587 штук на спороловушку), первые признаки клястероспориоза на листьях	Раек, КЭ, 0,2 л/га	–
27.05	«рост плодов»	Массовый лет конидий (387–752 штуки на спороловушку), интенсивное развитие болезни на листьях (5,9 %)	Делан, ВГ, 0,7 кг/га	–
10.06	«рост плодов»	Лет конидий (86–175 штук на спороловушку), нарастание развития болезни (11,4 %)	Делан, ВГ, 0,7 кг/га	–

Апрель 2013 г. характеризовался повышенным температурным режимом и достаточной влагообеспеченностью (56,8 мм осадков). Переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С произошел во II декаде апреля и уже 14 апреля отмечены единичные конидии гриба *Cl. carpophilum*, поэтому в фенофазе сливы «набухание почек» (16.04) во всех вариантах опыта была проведена профилактическая обработка медьсодержащим фунгицидом Азофос модифицированный, 50 % к.с. (8,0 кг/га). Данный препарат ингибирует прорастание конидий гриба *Cl. carpophilum* и рекомендуется к применению только до распускания листьев сливы, так как может оказывать фитотоксичное действие на культуру. В конце III декады апреля произошел переход среднесуточной температуры воздуха через 13 °С. Массовый лет конидий гриба *Cl. carpophilum* отмечается, как нами установлено, после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 13 °С, в связи с чем 30.04 в фенофазе сливы «зеленый бутон» была проведена обработка фунгицидом трансламинарного действия из группы гуанидинов – Силлит, КС (2,0 л/га). Силлит, КС относится к фунгицидам, которые высокоэффективны при невысоких температурах воздуха, поэтому его применение на данном этапе защиты культуры было целесообразным. В первой декаде мая часто проходили кратковременные дожди, что наряду с умеренной температурой воздуха (15,9 °С) способствовало массовому лету конидий гриба *Cl. carpophilum*. Первые единичные пятна клястероспориоза на листьях сливы домашней в варианте без обработки отмечены 07.05, что обусловило проведение обработки системным препаратом Раек, КЭ (0,2 л/га) из группы триазолов. Препарат обладает защитным и лечащим действием, а также показал высокую эффективность против возбудителя клястероспориоза в лабораторных и полевых условиях. В опытном варианте первые пятна на листьях появились 18 мая, что на 11 дней позже, чем в варианте без обработки. Однако триазолы не поступают в листья, образующиеся после обработки, и к препаратам этого класса при их частом применении может возникнуть резистентность в популяции гриба, поэтому дальнейшую защиту сливы от клястероспориоза осуществляли фунгицидом контактного действия Делан, ВГ (0,7 кг/га). Вторая и третья декады мая характеризовались умеренными температурами (14,6–19,3 °С) и избыточным количеством осадков (93,6 мм), поэтому наблюдалось массовое заражение листьев и нарастание распространенности и развития болезни, а также продолжался массовый лет конидий гриба *Cl. carpophilum*. В связи с этим 27.05

в фенофазе «рост плодов» была проведена обработка контактным фунгицидом Делан, ВГ (0,7 кг/га). Преимуществом препарата является то, что он не проникает через кожуцу внутрь плода. Погодные условия I декады июня (высокая влажность воздуха – 75–80 %) способствовали дальнейшему нарастанию развития болезни на листьях (11,4 % в варианте без обработки), что обусловило повторную обработку фунгицидом Делан, ВГ (0,7 кг/га). Таким образом, в 2013 году против клястероспориоза на сливе было проведено 4 обработки. В систему защитных мероприятий также включили 2 новых высокоэффективных фунгицида Раек, КЭ (0,2 л/га) и Силлит, КС (2,0 л/га).

В контрольном варианте первые пораженные клястероспориозом листья сливы были отмечены в I декаде мая. Учет, проведенный 10 мая, показал, что распространенность клястероспориоза в данном варианте опыта к этому времени составила 2,0 % (рисунок).

Дальнейшее развитие клястероспориоза определялось, главным образом, факторами, способствующими заражению листьев грибом *Cl. carpophilum* (температура, влажность, наличие капельно-жидкой влаги). Вторая и третья декады мая характеризовались умеренным температурным режимом и достаточным количеством осадков. Такие погодные условия способствовали массовому рассеиванию конидий гриба *Cl. carpophilum* и интенсивному заражению листьев сливы клястероспориозом.

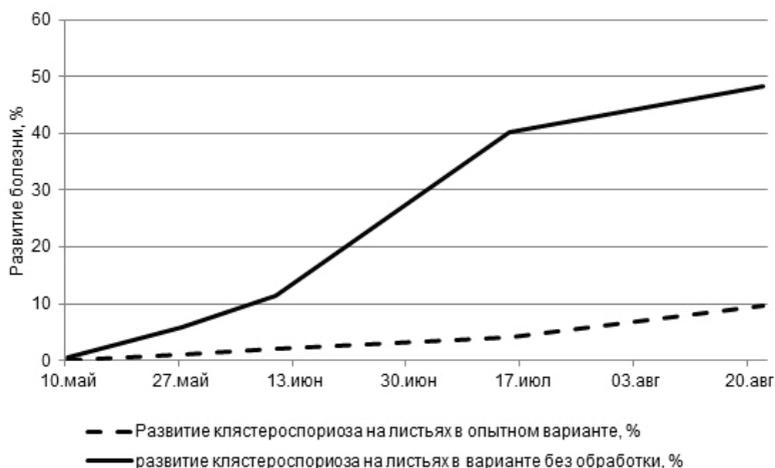


Рисунок – Динамика развития клястероспориоза сливы домашней (производственный опыт, сорт Стенли, СПК «Остромечево», Брестский район, 2013 г.)

Распространенность клястероспориоза в варианте без обработки в третьей декаде мая достигла 22,2% при развитии 5,9%, в то время как в опытном варианте распространенность болезни составила 4,8%, развитие 1,0%. Высокая влажность воздуха на фоне умеренного температурного режима первой декады июня способствовала развитию клястероспориоза. К концу первой декады июня развитие болезни в контрольном варианте достигло 11,4%, в опытном – не превысило 2,0%. Теплая и умеренно влажная погода второй половины июня и июля также была благоприятна для развития гриба *Cl. carpophilum*. В контрольном варианте развитие превысило 40%. Первая и вторая декады августа характеризовались повышенным температурным режимом и дефицитом осадков, поэтому развитие клястероспориоза за этот период увеличилось незначительно и составило в контрольном варианте 48,2%, в опытном – 9,7%.

Разработанная система защиты сливы позволила снизить развитие клястероспориоза на листьях в 4–5 раз по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4 – Эффективность системы защиты сливы домашней от клястероспориоза (производственный опыт, сорт Стенли, СПК «Остромечево», Брестский район, 2012– 2013 гг.)

Показатели	Опытный вариант *		Без обработки	
	2012 г.**	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Количество пораженных почек, %	4,3	3,9	13,7	3,7
Распространенность клястероспориоза на листьях («уборка урожая»), %	23,5	19,8	100	100
Развитие клястероспориоза на листьях («уборка урожая»), %	11,4	9,7	46,1	48,2
Биологическая эффективность, %	75,3	79,9	–	–
Урожайность, ц/га	241,5	242,2	187,3	207,6
Выход стандартной продукции, %	99,2	99,4	85,5	98,3
Сохраненный урожай, ц/га (%)	54,2 (28,9%)	34,6 (16,7%)	–	–

* Фунгициды применяли четырехкратно: начало лета конидий – Силлит, КС (2,0 л/га); массовый лет конидий – Раек, КЭ (0,2 л/га); массовый лет конидий, интенсивное развитие болезни на листьях – Делан, ВГ (0,7 кг/га), двукратно;

** В систему защиты была включена дополнительная обработка препаратом Азофос модифицированный, 50% к.с. (8,0 кг/га) после сбора урожая для предупреждения заражения почек.

Биологическая эффективность разработанной системы защиты в ограничении развития клястероспориоза сливы составила 75,3 и 79,9% в 2012 и 2013 гг. соответственно.

В результате оценки экономической эффективности проведенных мероприятий установлено, что применение разработанной системы защиты сливы домашней от клястероспориоза экономически целесообразно и позволило дополнительно сохранить 16,7–28,9% урожая.

Заклучение. Оценка фунгицидной активности препаратов в условиях *in vitro* показала различную чувствительность изолятов популяции гриба *Cl. carpophilum*. Наибольшую чувствительность изоляты *Cl. carpophilum* проявили к фунгицидам Силлит, КС и Раек, КЭ ($EC_{50} < 10$ мкг/мл). В популяции также встречаются изоляты со средней чувствительностью (EC_{50} от 10,1 до 40 мкг/мл) к препаратам Делан, ВГ; Дитан Нео Тек 75 ВДГ и низкой (EC_{50} более 40 мкг/мл) – к фунгициду Хорус, ВДГ. В полевых условиях препараты Раек, КЭ (0,2 л/га) и Силлит, КС (2,0 л/га), обеспечивали существенное снижение развития клястероспориоза. Биологическая эффективность их применения к периоду уборки урожая составила 70,6–83,8%.

Обоснована система контроля развития клястероспориоза в насаждениях сливы домашней с учетом биоэкологических особенностей развития гриба *Cl. carpophilum*, его чувствительности к фунгицидам, включающая применение препаратов с разным механизмом действия по принципу их чередования в критические для заражения периоды (начало лета конидий, массовый лет конидий, нарастание развития болезни, осенний пик лета конидий). Такой подход позволил защитить посадки сливы домашней и снизить количество пораженных почек на 9,4%, развитие клястероспориоза на 34,7–38,5% и дополнительно сохранить 16,7–28,9% урожая сливы.

Список литературы

1. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: монография / С.Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С.Будного, 2013. – 240 с.
2. Джафаров, И.Г. Основные болезни сливы в Азербайджане / И.Г. Джафаров // Ахова раслін. – 2001. – № 4. – С. 35–37.
3. Ким, А.В. Биологические особенности гриба *Clasterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh. – возбудителя клястероспориоза вишни / А.В. Ким // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы пятой регион. науч.-практ. конф. мол. ученых. – Краснодар, 2003. – С. 141–142.

4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.

5. Методические указания по фитосанитарному и токсикологическому мониторингам плодовых культур и ягодников / сост.: В.М. Смольякова [и др.]. – Краснодар, 1999. – 83 с.

6. Пилат, Т.Г. Поражаемость сортов сливы домашней возбудителем кластероспориоза – грибом *Clasterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh. / Т.Г. Пилат // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2011. – Вып. 35. – С. 126–134.

7. Пилат, Т.Г. Вредоносность кластероспориоза сливы домашней в условиях Республики Беларусь / Т.Г. Пилат, С.Ф. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси; редкол.: Л.И. Трепашко (гл.ред.) [и др.]. – Жодино, 2014. – Вып. 38. – С. 112–120.

8. Стенина, Н.В. Кластероспориоз косточковых / Н.В. Стенина // Защита растений. – 1994. – № 7. – С. 25.

9. Schulz, U.A. A method or routine testing of the sensivity of cereal powdery mildew (*Erysiphe graminis*) to DMI fungicides / FRAC methods monitoring fungicides resistance/ U.A. Schulz. – Bracknell, 1991. – P. 298–301.

T.G. Pilat, S.F. Buga

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

ECOLOGIZATION OF GARDEN PLUM PROTECTION AGAINST SHOT HOLE DISEASE

Annotation. A system of shot hole development in garden plum considering bioecological features of the fungus *Cl. carpophilum*, its sensitivity to fungicides including the application of preparations with different mechanism of action by their sequence principle during critical for infection periods (start of conidia flight, mass conidia flight, the disease development increase, autumn outbreak of conidia flight) is substantiated.

Key words: garden plum, shot hole, *Clasterosporium carpophilum*, fungicides, sensitivity, development, biological efficiency.

ПАТОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС ГРИБОВ, ПАЗАСТИРУЮЩИЙ НА КУКУРУЗЕ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

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

Аннотация. В настоящее время в посевах кукурузы на территории Беларуси распространены и вредоносны следующие болезни: плесневение семян (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. и др.), пузырчатая головня (*Ustilago maydis* (DC.) Corda), фузариоз початков (*Fusarium verticillioides* и др.), также встречаются северный гельминтоспориоз (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs), стеблевая гниль (*Fusarium* spp.), пыльная головня (*Sorosporium reilianum* (Küehn) McAlp), ржавчина (*Puccinia sorghi* Schwein). В статье приведены литературные данные о распространенности, вредоносности и об особенностях биологии возбудителей болезней кукурузы в мире и на территории Республики Беларусь.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, распространенность, пораженность, вредоносность, плесневение семян, пузырчатая головня, фузариоз початков, северный гельминтоспориоз, стеблевая гниль, пыльная головня, ржавчина.

Введение. Кукуруза, как одна из важнейших зернофуражных культур, имеет большое значение в увеличении валовых сборов зерна. В Беларуси в 2014 г. для этих целей было высеяно 117 тыс. га и убрано 599 тыс. тонн зерна с урожайностью 53,6 ц/га. Наряду с внедрением новых гибридов, более совершенной технологии возделывания, применением повышенных доз пестицидов и удобрений, одним из резервов повышения урожая этой культуры является ликвидация недоборов зерна от вредных организмов, которые в отдельные годы составляют 8–12%, а иногда и более [24, 34, 42].

Выращивание кукурузы позволяет получить стабильную урожайность зерна даже в годы с неблагоприятными погодными условиями для зерновых колосовых (период май-июнь засушливый, или холодный и влажный). Метеорологические данные последних 17 лет показывают, что вероятность достижения восковой и полной спелости зерна скороспелыми гибридами в Гродненской области составляет 35,0–71,0%, Минской – 59,0–88,0%, Гомельской – 88,0–94,0%, Брестской – 71,0–100%, что в сочетании с

возделыванием высокопродуктивных гибридов обеспечивает повышение урожайности зерна в Беларуси [35].

Наряду с метеорологическими факторами на снижение урожайности культуры негативно влияют и болезни грибного характера. В Беларуси, в основном, вредоносны плесневение семян, пузырчатая головня, фузариоз початков, в меньшей степени – северный гельминтоспориоз, фузариозная стеблевая гниль, пыльная головня, ржавчина. Потери зерна от болезней колеблются от 3,5 до 30,0%. Размеры потерь урожая зависят от развития болезней, обусловленных гидротермическими условиями вегетационного сезона, восприимчивости гибрида, срока заражения, органа поражения [39].

Распространенность болезней кукурузы в Беларуси и других странах ее возделывания. Возбудителями плесневения семян являются грибы *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. и другие [29]. В цикле своего развития они преимущественно ведут сапротрофный образ жизни, но при благоприятных условиях окружающей среды могут поселяться на живой ткани и вызывать ее поражение.

При инфицировании зерновок грибами *Penicillium* spp. (реже *Aspergillus* spp.) на поверхности образуется плотное конидиальное спороношение серо-зеленого цвета. Интенсивное поражение семян и проростков болезнью может происходить в годы с затяжной прохладной весной, что обуславливает значительное снижение их полевой всхожести.

Очень часто во влажных условиях на пораженных зерновках и проростках обнаруживается также спороношение грибов рода *Fusarium*. Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести или полную гибель ослабленных проростков. Визуально признаки поражения всходов фузариозом проявляются в отстаивании роста и развития, приобретении пурпурно-фиолетовой окраски, увядании. Поверхностное заражение семян фузариозом приводит к длительной задержке роста растений с образованием в нижней части стебля и корешках бело-розового налета гриба. В годы с оптимальными условиями для возделывания культуры (температура и осадки третьей декады апреля – мая в пределах средних многолетних значений) при инфицированности семян отдельных гибридов болезнь может быть не вредоносна, поскольку растения проявляют определенную устойчивость к заболеванию и почти не отличаются от здоровых [5].

Грибы *Fusarium* spp. сохраняются на растительных остатках в почве и на поверхности, в обертках початков, на семенах. Развитию плесневения семян способствуют неблагоприятные погодные условия в период возделывания кукурузы (высокая влажность и резкие колебания температуры), неправильные условия хранения початков, а также повреждения насекомыми и бель початков.

При ранних и обычных сроках посева среди возбудителей плесневения преобладают виды из рода *Penicillium*, которые обычно обнаруживаются на 80,0–90,0% пораженных зерновок. Причиной данного заболевания являются также грибы рр. *Aspergillus*, *Fusarium*, реже *Trichothecium*, *Alternaria* и другие [29]. Очень часто на плесневелых семенах можно обнаружить несколько грибов, среди которых виды *Penicillium* чаще всего занимают большую часть поверхности семени. Даже в тех случаях, когда поражение семян начинается другими грибами, а *Penicillium* spp. появляются позже, они развиваются гораздо лучше и вскоре сильно угнетают остальные грибы [29].

Плесневение семян встречается во всех районах выращивания кукурузы. В Украине чаще встречается в северных областях [37].

Ежегодно проводимая РУП «Институт защиты растений» фитоэкспертиза семян свидетельствует о значительной их инфицированности комплексом грибов (табл.). Так, семена различных гибридов кукурузы, полученных из Ивацевичского кукурузокалибровочного завода ООО «Брест-травы», были инфицированы в пределах 22,0–100%; в том числе грибами рода *Fusarium* – 9,0–40,0%, рода *Penicillium* – до 76,0%. Наименьшая зараженность зерен патогенами отмечена у гибридов Полтава, Полесский 212 СВ. Также установлено, что нередко встречается совместное заражение семян кукурузы грибами *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp. Доля таких семян может колебаться от 7,3 до 71,3%, среди других – грибы родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Mucor* – до 65,0%.

Высокая инфицированность семян кукурузы патогенными грибами приводит в дальнейшем к поражению проростков. Так, анализ проб кукурузы в фазе образования 3-го настоящего листа выявил, что общая пораженность проростков грибами находится на уровне 71,0–74,5%. Полученные результаты подтверждают высокую инфицированность грибами *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., а также влияние на этот процесс погодных условий в период посев – всходы. В условиях дождливой и прохладной погоды семена погибают от пенициллизма, при теплой погоде, с повышенным количеством осадков – преимущественно от фузариоза [4].

Таблица – Инфицированность семян гибридов кукурузы микофлорой (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты)

Гибрид	Инфицированность семян грибами, %		
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	общая
2014 г.			
Днепровский 181 СВ	28,0	22,0	60,0
Лювена	24,0	22,0	61,0
Полтава	18,0	8,0	64,0
Полесский 175 СВ	17,0	52,0	83,0
Матеус	21,0	75,0	99,0
Алмаз	26,0	66,0	100
Клифтон	24,0	70,0	100
Мел 272 СВ	22,0	76,0	99,0
Полесский 212 СВ	27,0	66,0	97,0
2015 г.			
Днепровский 181 СВ	31,0	33,0	66,0
Лювена	9,0	12,0	86,0
Полтава	18,0	0,0	22,0
Полесский 195 СВ	40,0	45,0	95,0
Матеус	19,0	58,0	80,0
Алмаз	13,0	29,0	54,0
Клифтон	22,0	32,0	65,0
Мел 272 СВ	11,0	18,0	41,0
Полесский 212 СВ	19,0	4,0	34,0

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

Возбудителями фузариозной стеблевой гнили являются грибы рода *Fusarium* (доминирующие виды – *F. verticillioides*, *F. graminearum*). Фузариозная стеблевая гниль известна во всех районах возделывания кукурузы. Особенно она вредоносна в центральных областях Украины, России, в США, Южной Африке, Центральной и Северной Европе, Израиле, Египте, Индии, Китае, Корее, Японии, Турции, Болгарии, Румынии, Югославии, Германии [15; 18]. Болезнь поражает влагаллица листьев, узлы и междоузлия стеблей. Внешние признаки поражения междоузлий – это преждевременное пожелтение и образование на них белых пятен. На продольном разрезе такого междоузлия видно, что сердцевина обесцвеченная или имеет белесовато- или оранжево-розовую окраску. Со временем ткани пораженных узлов и междоузлий загнивают, становятся рыхлыми, высыхают, в них образуются пустоты, сосудистые пучки расщепляются вдоль и легко отстают друг от друга. Внутри стебля часто заметен бе-

ловатый налет гриба. В годы с высокой влажностью во второй половине вегетации мицелий гриба выходит на поверхность пораженных стеблей – листовых влагалищ на междоузлиях в виде пушистого белого или бело-розового налета [18]. Болезнь проявляется в молочной, молочно-восковой спелости и часто приводит к полеганию растений, преждевременному увяданию листьев и отмиранию растений (за 2–3 недели до созревания). Поломка и полегание зачастую достигают 18,0–20,0%, что затрудняет механизированную уборку и приводит к потере початков, поражаемостью болезнью до 30,0%, в результате урожай зерна снижается на 10,0–12,0% [18].

Основными источниками распространения болезни являются пораженные растительные остатки и семена. Усиленному развитию гнили способствует нехватка влаги в период наибольшего водопотребления кукурузы – начиная с фазы 7–8 листьев и до молочной спелости, а также повышенные температуры, оптимум – 20–22 °С [2]. Дефицит влаги приводит к ослаблению растений, отмиранию отдельных клеток и тканей, что снижает сопротивляемость к болезни. Сильное поражение кукурузы стеблевой гнилью приводит к уменьшению длины початков, массы зерна [18].

Обследование кукурузных полей Беларуси в 1955–1956 гг. показало сильное их поражение фузариозом во второй половине вегетации (август – сентябрь). Болезнь носила очаговый характер и поражала влагалища листьев и стебли [7]. В 2014–2015 гг. в нашей республике болезнь встречалась во всех агроклиматических зонах возделывания, в 2015 г. на Кобринской ГСС и Мозырской ГСС была отмечена полная гибель от фузариозной стеблевой гнили не зарегистрированного в РБ гибрида Рoadраннер.

Фузариоз початков кукурузы распространен практически во всех кукурузосеющих регионах мира [33]. В 60-е годы болезнь в Югославии достигла катастрофических размеров [51]. Значительно возросла распространенность болезни в ряде стран Европы, особенно Франции, Венгрии, США, Канаде, Грузии [13, 23, 44, 46]. В 50-е годы появились сообщения о встречаемости фузариоза початков в Московской, Воронежской областях России и в Беларуси [7, 45]. В нашу страну фузариоз предположительно был завезен в 1929 г. вместе с семенным материалом сорта Айвори-Кинг, после чего болезнь получила распространение [8]. Наличие скрытой зараженности семян инфекцией обусловило сильное развитие болезни всходов в Ленинградской области [7].

Основным возбудителем фузариоза початков кукурузы является гриб *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (ранее – *F. moniliforme*).

Это один из наиболее распространенных возбудителей болезней корней, стеблей и початков кукурузы в большинстве регионов ее возделывания из секции *Liseola*, куда также включены грибы *F. proliferatum*, *F. subglutinans* и менее распространенные виды – *F. fujikuroi*, *F. thapsinum* и другие. Общим для этих видов является наличие половой стадии *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw., состоящей из нескольких интерстерильных групп (биологических и филогенетических видов), поэтому часто их объединяют под названием «виды комплекса *G. fujikuroi*» [5].

Видовой состав возбудителей фузариоза зерна в условиях Украины представлен следующими видами: *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. poae*, *F. acuminatum* [13]. Полученные данные из ВИЗР (Россия) показывают, что в 90-х годах реизоляция из семян *F. moniliforme* составила 26,2–63,6% от общего числа зерен в пробе [18].

В Словакии основными видами грибов рода *Fusarium* являются *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*. Как показали результаты изучения видового разнообразия изолятов *Fusarium* spp., в Италии *F. moniliforme* составлял 89,0%, в Германии – только 22,0%; в Австрии, Польше и Германии доминировал *F. subglutinans*, тогда как в Венгрии и Кении – *F. moniliforme* [17; 50]. В Центральном регионе России доминируют грибы *F. poae*, *F. sporotrichioides* и *F. verticillioides* [5, 6].

Таким образом, основным возбудителем фузариоза початков в мире является гриб *F. verticillioides*.

В Беларуси в 60-х годах Гулецкой Е. Г. был определен видовой состав фузариев, выделенных из семян кукурузы: *F. moniliforme* (в наст. время – *verticillioides*), *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. poae* [8]. В настоящее время болезнь в агрофитоценозах кукурузы Беларуси наблюдается повсеместно, что требует дальнейшего изучения видового состава патогенов.

Микологический анализ образцов кукурузы показал, что в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» на початках культуры преобладали грибы рода *Fusarium*, доля которых в ст. 85 ВВСН составила 70,0% (2013 г.) и 65,0% (2014 г.). Фузариозы были представлены комплексом грибов *G. fujikuroi* и видами *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. equiseti*, *F. poae*.

В настоящее время в условиях Беларуси в посевах кукурузы наблюдается повсеместное поражение початков фузариозом. В 2014 г. распространенность фузариоза початков достигала 93,3% в условиях Мозырской ГСС, а на Несвижской ГСС – не превышала 44,0%. В то же время практически в каждой группе спелости

отмечались посевы отдельных гибридов, не пораженные фузариозом початков, что может объясняться их устойчивостью или латентным течением болезни.

Обследование посевов кукурузы в 2015 г. на пораженность фузариозом початков показало, что частота встречаемости болезни в центральной агроклиматической зоне и части южной (Мозырская ГСС) была на одном уровне – 13,3%. Максимальная пораженность фузариозом початков отмечена в посевах Кобринской ГСС на гибридах всех групп спелости – 16,7–25,0%. На Мозырской и Несвижской ГСС из 28 учетных гибридов лишь 6 были поражены болезнью.

Фузариоз ухудшает посевные и пищевые качества зерна и продуктов его переработки, и поэтому во всем мире рассматривается как одно из наиболее вредоносных заболеваний сельскохозяйственных культур.

Кукуруза восприимчива к заражению фузариями с периода цветения и до уборки. Чем раньше произошло заражение, чем агрессивнее патоген и восприимчивее растение, тем более разрушительному воздействию подвергается зерновка [6].

Семена кукурузы, сильно пораженные грибами *Fusarium* spp., теряют всхожесть, а пораженные, но со здоровым зародышем, дают ростки, которые, достигнув поверхности почвы, обычно погибают. Все это обуславливает значительное изреживание посевов, особенно при понижении температуры почвы в послепосевной период [18]. Учеными установлено снижение всхожести на 14,2% при слабой степени поражения и на 40,1% – при сильной. Зараженные семена имеют полевую всхожесть на 34,0–35,0% ниже здоровых и пониженную продуктивность [15, 18]. Молодые растения, выросшие из пораженных фузариозом семян, несколько хлоротичны, имеют ослабленный вид и отстают в росте, что хорошо заметно в первой половине вегетации. Початки, образующиеся на таких растениях, обычно не бывают поражены фузариозом, если они не заразились им извне. Однако изредка наблюдаются случаи передачи болезни вновь образовавшимся початкам и через семена [38]. При этом наиболее опасны скрытые формы заражения, когда семена по своим внешним признакам мало отличаются от здоровых, но содержат инфекцию в области зародыша и перикарпия. Даже при слабом развитии болезни (1–2 зерновки, как правило, удаляемые при сортировке) скрытое заражение составляет 5–7 рядов зерен вокруг очага визуального различного поражения, с преимущественной локализацией инфекции в основании зерновки, обнаруживаемое лишь посредством биологического анализа [15]. Негативное влияние

скрытой инфекции на всхожесть проявляется в условиях холодной весны или возврата похолоданий после посева [16]. При высоком развитии болезни поражается более 60,0% початков [38].

Гриб вначале поселяется на зерновках с поврежденной семенной оболочкой, а потом распространяется на соседние целые зерновки. По мере развития мицелия пораженное пятно разрастается. На початке может быть 15–30 полуразрушенных зерновок. К возбудителю фузариоза присоединяются другие грибы и бактерии, которые усугубляют заболевание. Пораженные зерновки теряют блеск, приобретают красную или темно-коричневую, грязно-бурую окраску и загнивают. Сильно пораженные зерна легко ломаются и крошатся, а нередко и разрушаются, что особенно часто наблюдается при обмолоте больных початков [13].

Установлено, что в пораженном початке часть зерен, расположенных вне фузариозного очага, не имеет видимых признаков поражения, однако является инфицированной. В здоровых зернах кукурузы грибок может сохраняться в течение 15 мес. В это время семена могут быть серьезным источником инокулюма *Fusarium* spp., вызывающим гниль не только проростков, но и стеблей взрослых растений в более поздний вегетационный период [13].

В стержне пораженного фузариозом початка на поперечном и продольном разрезах обнаруживается грязно-розово-бурое окрашивание, часто распространяющееся на ножку початка, обертки и узел стебля, к которому он прикреплен.

Поскольку высокий процент выполненных, но инфицированных зерен остается после сортировки в партиях зерна, то при наличии токсигенных видов грибов в них происходит накопление микотоксинов [6].

Наиболее широко распространенными и наиболее токсичными веществами являются микотоксины дезоксиниваленол (ДОН). Отмечается значительная изменчивость в распространенности возбудителей фузариоза початков и в образовании ими микотоксинов – вторичных метаболитов, а также фумонизины (чаще FB₁, зеараленон) [17, 48, 49].

Опасность фузариотоксинов для здоровья человека и сельскохозяйственных животных признана всем мировым сообществом. Известны произошедшие в разных странах случаи массовой острой интоксикации грибными метаболитами людей и животных, приведшие к смертельному исходу. Отмечено, что микотоксины могут образовываться в любой части растения, если оно поражено определенным видом фузариоза (преимущественно грибом *F. graminearum*) [6].

Оптимальная температура развития фузариоза початков – 19–24°C, по некоторым источникам – 30°C. Болезнь может возникнуть и во время хранения початков. Быстрому развитию болезни способствуют высокая температура в хранилище (около 20°C), недостаточная аэрация и плохо просушенные початки, заложенные на хранение. Являясь источниками инфекции, они очень быстро заражают здоровые початки [12].

Пузырчатую головню вызывает гриб *Ustilago maydis* (DC.) Corda, относящийся к царству *Fungi*, отделу *Basidiomycota*, классу *Ustilaginomycetes*, порядку *Ustilaginales*, семейству *Ustilaginaceae* [20].

Симптомы болезни могут проявляться на листьях, влагалищах, султанах, стеблях, метелках, початках, репродуктивных почках в виде пузыревидных вздутий разной величины – от небольших до 15 см и больше в диаметре. В месте заражения вначале образуется бледное, слегка припухшее пятнышко, которое, разрастаясь, постепенно превращается во вздутие. На початках чаще поражаются отдельные зерновки или группы, расположенные в верхней половине початка. В метелках поражаются отдельные цветки или часть соцветия с формированием мешковидных вздутий небольшой величины, часто свисающих в виде кистей. На листьях обычно образуются небольшие вздутия в виде группы шероховатых морщин, которые часто присыхают и не дают спороношения. Первые головневые вздутия возникают на корневой шейке, потом – на листьях и стеблях, дальше – на метелках и початках, в конце вегетации – на репродуктивных почках. В незрелом состоянии содержимое вздутия представляет собой мягкую, слоистую серовато-белую или розоватую массу. При созревании оно почти целиком превращается в огромное количество телиоспор с остатками тканей растения-хозяина, покрытых мясистой, темно-серой, блестящей оболочкой. Оболочка созревшего вздутия лопается и споры разлетаются по полю [38].

Первичный источник инфекции пузырчатой головни кукурузы на пораженных растительных остатках в виде вздутий с комочками телиоспор гриба *U. maydis* может сохраняться на полях культуры после перезимовки. Биологическое значение формирования соросов и структур (отдельные скопления спор, механическое скопление спор-комочков) гриба состоит в сохранении жизнеспособности и патогенности телиоспор в межвегетационный период [20, 21].

Пузырчатая головня встречается во всех районах возделывания кукурузы. В связи с глобальным потеплением климата болезнь ежегодно широко распространена в посевах кукурузы в мире, особенно в районах с недостаточным увлажнением [10, 21, 27, 28, 37, 39].

В Беларуси, в связи с расширением посевов кукурузы в 50-е годы, пузырчатая головня была одной из наиболее распространенных болезней. Она встречалась во всех районах возделывания культуры, но чаще всего в Гомельской области. Пораженность посевов варьировала в зависимости от предшественника от 4,0 до 12,0%, а при выращивании в течение трех лет в монокультуре составляла 29,0% [3]. Усиливало поражение посевов патогеном также бессменное возделывание культуры. Поражение органов происходило на протяжении периода вегетации кукурузы. Наибольший вред болезнь вызывала при поражении растений на ранних этапах онтогенеза. Вследствие преждевременной гибели проростков и растений от головни вредоносность могла достигать 100%. Размеры потерь урожая зависели от динамики развития болезни, которая в свою очередь зависела от гидротермических условий вегетационного сезона, восприимчивости гибрида, срока заражения, органа поражения [38, 39].

В Беларуси раз в пять лет наблюдается эпифитотийное развитие болезни на культуре с преимущественным поражением початков [1, 36]. Распространенность пузырчатой головни в посевах кукурузы в 2015 г., когда растения находились в стадии молочной спелости (ст. 73–75), на всех сортоиспытательных станциях и участках составила 0,0–8,0%.

Сильное поражение посевов культуры болезнью отмечалось в 1994 и 1999 г. Развитию пузырчатой головни способствовали высокие температуры воздуха (26–34 °С) и пониженное количество (1/2 нормы) осадков в период выметывания – цветения початка – начала формирования зерна. Это главный фактор, который обуславливал поражение початков. Более высокое поражение пузырчатой головней в таких погодных условиях наблюдалось при севе кукурузы на постоянных участках. Возделывание культуры на одном поле в течение нескольких лет способствовало распространению болезни независимо от способа основной обработки почвы [1].

Возбудителем северного гельминтоспориоза (бурая пятнистость) является гриб *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs (синоним – *Helminthosporium turcicum* Pass.). Относится к порядку *Hyphomycetales*, классу *Hyphomycetes*. Телеоморфа: *Setosphaeria turcica* (Luttr.) K.J. Leonard & Suggs. Царство *Fungi*, отдел *Ascomycota*, подотдел *Pezizomycota*, класс *Dothideomycetes*, подкласс *Pleosporomycetidae*, порядок *Pleosporales*, семейство *Pleosporaceae* [22, 32].

Наиболее часто болезнь встречается в Закарпатской области Украины, Грузии и Приморском крае, где иногда бывает причиной

значительного недобора урожая. В отдельные годы появляется на Северном Кавказе, в Армении и республиках Прибалтики [2]. Заболевание также распространено в Краснодарском крае, на Алтае, в Подмосковье, Сибири, в западных и южных областях Украины, также в Китае, Японии, на Филиппинах, в Южной Европе, Индии, Южной Африке, в Эльзасе, Аквитании, долине Изера, западной части Бретани (Франция) [4, 9, 19, 25, 31, 40].

Наибольший вред заболевание наносит посевам кукурузы на Кавказе и в Западной Грузии, где потери составляют 40,0–70,0%. Во время эпифитотий болезни в Приморском крае листья поражаются на 70,0%, урожай зерна и зеленой массы снижался на 40,0% [31]. В США потери урожая от этой болезни иногда составляют 40,0–68,0%. В наиболее критических ситуациях при раннем и быстром развитии патогена потери урожая зерновой кукурузы могут достигать 20,0–25,0% [25]. Из-за некрозов уменьшается фотосинтез, при сильном поражении болезнь вызывает преждевременное высыхание листьев [26]. Северный гельминтоспориоз более вредоносен при появлении в начале молочной спелости, чем при молочно-восковой спелости зерна [30].

При слабом поражении кукурузы средний вес початка уменьшается на 3,5%, при среднем – на 26,6%, при сильном – на 54,4% [19]. Установлено, что кремнистые гибриды кукурузы более устойчивы к гельминтоспориозу, чем зубовидные. Особенно страдают раннеспелые гибриды [41].

На пораженных молодых листьях сначала появляются небольшие, беловатые, а потом буряющие, вытянутые вдоль пластинки листа пятна с узкой темно-коричневой или красновато-коричневой каймой. В их центре образуется буровато-оливковый налет. Позднее пятна увеличиваются, часто сливаются и охватывают почти всю пластинку листа, вызывая ее засыхание и отмирание. Часто размер пятен достигает в длину 25 см и более. На подземных и надземных междоузлиях образуются зеленоватые или темные пятна с обрамлением. Они бывают разного размера и формы, иногда концентрические, нередко в виде штриховых полос. На початках болезнь может проявиться у их основания и в углублениях между рядами зерновок в виде густого темно-коричневого войлочного налета [22].

Грибница возбудителя сначала распространяется межклеточно в паренхиме, а затем в сосудистой системе листьев, вследствие чего поражение имеет характер листового трахеомикоза. На поверхности листьев в местах пятен образуется конидиальное спороношение гриба в виде дерновинки. Конидиеносцы оливково-бурые, прямые

или слегка изогнутые, с тремя перегородками, длиной до 150 мкм. Конидии удлинённые, веретеновидные, на концах заостренные, оливковые, с 5–8 перегородками и утолщенной оболочкой. Размер конидий 85–110×20–24 мкм. Заражение растений происходит при помощи ростковой трубки конидий через устьица, изредка непосредственно через эпидермис при температуре от 10 до 38 °С (оптимум 23 °С) [2].

Заболевание, как правило, развивается в условиях достаточного и чрезмерного увлажнения, обильных рос, при наличии на листовой поверхности влаги в течение 6–18 часов, при повышенной температуре (23–30 °С) и оптимальной относительной влажности воздуха (свыше 90,0%). Гриб, вызывающий северный гельминтоспориоз, зимует в кукурузных остатках на поверхности почвы в виде мицелия и конидий. Конидии превращаются в покоящиеся толстостенные споры, называемые хламидоспорами [22].

Фитопатологическое обследование 2015 г., проведенное в Беларуси в период молочной и восковой спелости зерна в посевах гибридов четырех сроков созревания на ГСС и ГСУ, показало невысокую степень пораженности северным гельминтоспориозом. Гибриды кукурузы максимально были поражены пятнистостью на Мозырской ГСС – до 86,7%, минимально – на Лепельской, Несвижской, Горецкой ГСС (поражен лишь один гибрид Эдуардо) и Щучинском ГСУ – до 16,7%.

К концу вегетации частота встречаемости болезни в посевах кукурузы на Несвижской ГСС выросла до 15,0%, на Щучинском ГСУ осталась без изменений. На Кобринской и Мозырской ГСС учет не был проведен ввиду того, что растения сильно пострадали из-за засухи и не имели листьев.

Возбудителем пыльной головни кукурузы является гриб *Sorosporium reilianum* (Küehn) McAlp, относящийся к царству *Fungi*, отделу *Basidiomycota*, классу *Ustilaginomycetes*, семейству *Ustilaginaceae* [11].

Болезнь распространена на Северном Кавказе, в Закавказье, Молдавии, на Украине и в Средней Азии, на Кубани и в Северной Осетии (Бзиков, Жариков, 1971), незначительно – в Ставропольском крае [34; 46].

Пыльная головня кукурузы проявляется на генеративных органах растений – початках и метелках кукурузы. На метелках болезнь кукурузы заметна в фазе их выбрасывания. Они полностью или частично превращаются в черную массу, которая пылится. Вместо кочана образуется овально-конусообразный желвак, снаружи покрытый укороченными обертками, а внутри

он состоит из остатков проводящих пучков початка и большого количества темных спор. Сначала обертки-желваки плотные, зеленые, а позже желтеют, высыхают и раскрываются. Распыляются споры медленно, поскольку они содержат остатки волокон початка. Пораженные пыльной головней растения отстают в росте, наблюдаются разрастания, фасциация и прочее.

Гриб сохраняется в виде телиоспор в почве и на поверхности зерновок. Они имеют светло-коричневый цвет, неправильную шарообразную или эллиптическую форму, мелкие шипики. Споридии, сформировавшиеся на протомицелии телиоспор, находящихся в почве, прорастают и внедряются во всходы семян кукурузы и продолжают свое развитие с ростком растения-хозяина.

Споры гриба созревают примерно к периоду выбрасывания нитей кукурузы. Распыляясь, они в значительном количестве оседают на почву, во время уборки попадают на здоровые початки и зерновки, а также остаются в головневых наростах, где и зимуют.

Наиболее интенсивно прорастают телиоспоры при температуре 28–30 °С и умеренной влажности. Заражение пыльной головней кукурузы растений в почве происходит в период от начала прорастания семян до появления всходов, а иногда – до образования двух-трех листьев. Мицелий гриба распространяется в растении диффузно [39].

Сильное поражение кукурузы пыльной головней происходит в районах с теплой весной и жарким летом. Кукуруза поздних сроков сева обычно поражается в большей степени.

Вредоносность пыльной головни кукурузы проявляется не только в прямом недоборе урожая зерна от поражения кочанов, но и потерями, обусловленными выпадением отдельных проростков, низкорослостью растений и недоразвитостью початков [20].

В Беларуси в условиях вегетационного сезона 2014 г. было обнаружено единичное поражение кукурузы пыльной головней на Горецкой ГСС в посевах гибридов среднеранней и средней групп спелости.

Возбудитель ржавчины кукурузы – двудомный базидиальный гриб *Puccinia sorghi* Schwein. (син *P. maudis* Ber.), образующий на кукурузе урединии с урединоспорами и телии с телиоспорами.

Завезена болезнь в Европу из Америки в начале прошлого столетия и с тех пор встречается повсюду, где возделывают кукурузу. Встречается в Закавказье, на Черноморском побережье Кавказа, в Закарпатской и реже в других областях Украины [47].

Болезнь проявляется во второй половине вегетации на листьях (иногда и на стеблях) кукурузы в виде светло-желтых пятен, на которых затем формируются коричневатые продолговатые беспорядочно

разбросанные пустулы размером до 1 мм, прикрытые эпидермисом. После разрыва эпидермиса из пустул разлетаются урединиоспоры. К концу вегетации пустулы становятся почти черными и располагаются на листьях в виде удлиненных пятен.

В период уборки урожая урединиоспоры попадают на початки и вместе с семенами на новые посевы кукурузы.

Спермогониальная и эцидиальная стадия гриба изредка формируются на кисличках (видах *Oxalis* L.) – распространенных сорняках кукурузы в южных районах. Первичное заражение кукурузы чаще всего происходит от урединиоспор, которые на юге хорошо перезимовывают на остатках пораженных растений. Оптимальная температура для прорастания урединиоспор 17,0–18,0 °С при абсолютной влажности воздуха. Инкубационный период 5–8 дней. За лето формируется 2–3 генерации урединиоспор. Роль телиоспор в сохранении инфекции невелика. Они прорастают весной, образуя базидии с базидиоспорами. Развитию болезни также способствует высокая влажность воздуха и избыточное азотное питание.

Таким образом, основным источником инфекции являются пораженные остатки и семена кукурузы, на которых хранятся урединиоспоры гриба. Дополнительным источником инфекции являются телиоспоры.

Вредоносность ржавчины проявляется в преждевременном усыхании листьев, вследствие чего початки недоразвиваются и в них образуется щуплое зерно [47].

В Беларуси в ходе маршрутных обследований в южной части центральной агроклиматической зоны республики обнаружено поражение кукурузы ржавчиной (2014 г.). Максимальная пораженность гибридов в период молочной спелости не превышала 10,0%, к периоду восковой спелости – 26,0%. В 2015 г. болезнь встречалась на всех ГСС и ГСУ, но в незначительных количествах.

Кроме перечисленных болезней, в других странах широко распространены и вредоносны южная гельминтоспориозная пятнистость, южный гельминтоспориоз, глазковая пятнистость (*Kabatiella zeae*), антракноз, аскохитоз, филлостиктоз и другие болезни [11, 14].

Заключение. Таким образом, анализ литературных данных показывает, что наиболее распространенными и вредоносными болезнями в мире являются пузырчатая головня, фузариозная стеблевая гниль, фузариоз початков, северный гельминтоспориоз, пыльная головня и ржавчина. В Беларуси в 2014–2015 гг. поражаемость кукурузы пузырчатой головней не превышала 24,0%, фузариоза початков – 93,3%.

Список литературы

1. Агроэкологические аспекты возделывания кукурузы на зерно и силос в Беларуси / Н.Ф. Надточаев [и др.]. – Минск: РНУП «Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси», 2004. – 92 с. – (Аналитический обзор / Белорус. науч. ин-т внедр. новых форм хозяйств. АПК).
2. Атлас болезней полевых культур. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев: Урожай, 1987. – 144 с.
3. Буга, С.Ф. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Едчик // Земляробства и ахова раслін. – 2007. – №4. – С. 20–25.
4. Вредоносность гелиминтоспориозных пятнистостей кукурузы, их эпифитотология и защита посевов / Н.М. Гопало [и др.] // Агрехимия. – 1995. – №3 – С. 101–119.
5. Гагкаева, Т.Ю. Современное состояние таксономии грибов комплекса *Gibberella fujikuroi* / Т.Ю. Гагкаева, М.М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2005. – Т. 39, вып. 6. – С. 1–16.
6. Гагкаева, Т.Ю. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова // Защита растений и карантин. – 2009. – №12. – С. 13–15.
7. Горленко, М.В. Болезни кукурузы в Московской области / М.В. Горленко // Селекция и семеноводство. – 1952. – №5. – С. 79–80.
8. Гулецкая, Е.Г. Главнейшие болезни кукурузы в условиях Белоруссии и разработка мер борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е.Г. Гулецкая; Белорус. с.-х. акад. – Минск, 1958. – 23 с.
9. Ерохина, С.А. Южный гелиминтоспориоз / С.А. Ерохина // Кукуруза и сорго. – 1999. – №3. – С. 45–48.
10. Жарикова, А.М. К вопросу о возделывании кукурузы в мире: (обзорная информация) / А. М. Жарикова // Междунар. аграр. журн. – 2001. – №2. – С. 28–30.
11. Ідентифікація ознак кукурудзи: навчальний посібник / В.В. Кириченко [и др.] – Харків, 2007. – 137 с.
12. Ивахненко, А.Н. Изучение устойчивости новых инбредных линий кукурузы к фузариозу початков / А.Н. Ивахненко, Н.А. Орлянский, В.Н. Борисов // Бюл. ВВОТКЗ НИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1983. – №63. – С. 9–13.
13. 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.
14. Иващенко, В.Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В.Г. Иващенко. – СПб. – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
15. Иващенко, В.Г. Распространенность основных болезней кукурузы в СССР, современной России и СНГ / В.Г. Иващенко. – СПб, 2007. – С. 68–81. – (Прилож. к журн. «Вестн. защиты растений»).
16. 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.
17. Иващенко, В.Г. Фузариоз початков кукурузы / В.Г. Иващенко, Е.Ф. Сотченко, Н.П. Шпилова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 6. – С. 63–70.
18. Иващенко, В.Г. Фузариозная и цефалоспориозная инфекция, ее влияние на жизнеспособность семян кукурузы и возможность переноса возбудителей / В.Г. Иващенко, В.А. Никоноренков // Бюл. ВИЗР. – 1991. – №75. – С. 33–39.
19. Калашников, К.Я. Вредители и болезни кукурузы / К.Я. Калашников, И.Д. Шапиро. – Л.: Сельхозиздат, 1962. – 189 с.
20. Каратыгин, И.В. Генетическая характеристика цикла развития *Ustilago maydis* (DC) CDA / И.В. Каратыгин // Микология и фитопатология. – 1969. – Т.3, вып.4. – С.368–376.

21. Каратыгин, И.В. Головные грибы. Онтогенез и филогенез / И.В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216с.
22. Кирик, Н. Бурая пятнистость, или гелиминтоспориоз кукурузы / Н. Кирик, М. Пиковский // Овощеводство. – 2011. – №5. – С. 54–56.
23. Киримелашвили, Н.С. Фузариоз кукурузы в Грузии / Н.С. Киримелашвили // Вестн. Груз. бот. о-ва. – 1978. – С. 80–83.
24. Киселева, А. «Царица полей» не терпит конкуренции / А. Киселева // Наше сел. хоз-во. – 2011. – №10. – С. 19–22.
25. Кроссон, Ф. Болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Феррейроль // Зерно. – 2012. – №4. – С. 46–47.
26. Кроссон, Ф. Редкие болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Феррейроль // Беларус. сел. хоз-во. – 2012. – №4. – С. 42–43.
27. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В.И. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 198 с.
28. Кукуруза. (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.:ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. – 390 с.
29. Кукуруза. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин [и др.] – М.: РосАгроХим, 2009. – 118 с.
30. Макарова, М.А. Исходный материал для селекции кукурузы на устойчивость к северному гелиминтоспориозу в Приамурье / М.А. Макарова, А.И. Зубрев // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 1998. – №6. – С. 25–26.
31. Макарова, М.А. Проблема северного гелиминтоспориоза кукурузы в Российском Приамурье/ М.А. Макарова, Б.Г. Анненков // Тр. ДВНИИСХ. – Хабаровск, 2001. – Т.2. – С. 38–45.
32. Мартынюк, Т.Д. Возбудители грибных болезней листьев кукурузы (ZEA MAYS) в Приморском крае / Т.Д. Мартынюк // Микология и фитопатология. – 2003. – Т.37, вып.3. – С. 80–85.
33. Мартынюк, Т.Д. Фузариоз початков кукурузы в Приморском крае: этиология, вредоносность, сортоустойчивость / Т.Д. Мартынюк, Е.Н. Ластушкина // Кукуруза и сорго. – 2008. – №6. – С. 5–8.
34. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка. – Днепрпетровск, 1980. – 57 с.
35. Надточаев, Н.Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев, М.А. Мелешкевич // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / НАН Беларуси. РУП «Науч.- практ. центр». – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск, 2007. – С. 339–363.
36. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
37. Насіннева інфекція зернових колосових / М.І. Черняева [и др.] – Ін-т росл-ва ім. В.Я. Юр'єва. – Підгот. у відділі ім-ту рослин до хвороб та шкідників. – Харків. – 2007. – 14 с.
38. Немлиенко, Ф.Е. Болезни кукурузы / Ф.Е. Немлиенко. – М., 1957. – 228 с.
39. Никончик, П.И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П.И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – №5 (66). – С. 24–27.
40. Пораженность болезнями / Н.В. Ковтун [и др.] // Кукуруза и сорго. – 1989. – №5. – С. 24.
41. Сидоров, А.А. Северный гелиминтоспориоз кукурузы в Подмоскowie. / А.А. Сидоров // Защита растений. – 1990. – №3. – С. 29.
42. Статистический ежегодник Республики Беларусь / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 540 с.

43. Текела, А. Головные грибы и пятнистость / А. Текела, Ф. Лисович // Агриматко. – 2005. – №1/10. – С. 45–47.
44. Хаджинов, М.И. Проблемы селекции кукурузы на улучшение качества зерна / М.И. Хаджинов, К.И. Зима // Материалы IX заседания ЕУКАРПИИ. – Краснодар, 1970. – С. 365–386.
45. Черемисинов, Н.А. Состав возбудителей болезней и пути грибной инфекции семян кукурузы / Н.А. Черемисинов // Бот. журн. – 1959. – Т.44, №7. – С. 916–928.
46. Чернецкая, З.С. Ближайшие задачи по борьбе с болезнями кукурузы в национальных областях / З.С. Чернецкая // Доклад, зачитанный на заседании научного совета станции 13 нояб. 1931 г. / Горская зональная кукурузно-соево-картофельная опытная станция. – Орджоникидзе: Сердало, 1931. — Вып.2. – 22 с.
47. Чернецкая, З.С. Опыт установления показателей снижения урожая кукурузы при поражении ее фузариозом / З.С. Чернецкая // Науч. тр. / НИИ крахмало-паточной пром-ти, Горская с.-х. опытная станция. – Орджоникидзе, 1935. – Вып. 10. – 68 с.
48. Шаре, Б. Микотоксины в зерне кукурузы и способ их контроля / Б. Шаре, Ф. Хорстман // Новое сельское хоз-во. – 2009. №2. –С. 54–56.
49. Chelkowski, J. The ability of *Fusaria* pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalenone / J. Chelkowski, M. Manka // *Phytopathol. Z.* – 1983. – Vol. 106. – P. 354–359.
50. Kontrola i ograniczanie ryzyka następstw stosowania środków ochrony roślin / Inst. Ochr. Roslin. – Poznań, 2010. – 101 s.
51. Maric, A. Symposium on breeding and agrotechnics of maize / A. Maric, R. Savic. – Rousse, 1965. – P. 439–442.

N.L. Svidunovich

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

THE PATHOGENIC COMPLEX OF FUNGI PARASITIZING ON CORN

Annotation. At present in corn crops on the territory of the Republic of Belarus the causative agents of the following diseases are widespread and harmful: musty seeds (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp.), blister corn smut (*Ustilago maydis* (DC.) Corda), fusarium blight (*Fusarium* spp.), also northern blight (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs), stem rot (*Fusarium* spp.), head corn smut (*Sorosporium reilianum* (Küehn) McAlp), corn rust (*Puccinia sorghi* Schwein). The paper presents some literature data on features of agents biology, their incidence and harmfulness in the world and on the territory of Belarus.

Key words: corn, hybrid, spread, severity, incidence, harmfulness, musty seeds, blister corn smut, fusarium blight, northern blight, stem rot, head corn smut, corn rust.

Е.К. Юзефович, Д.В. Войтка

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

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ МИКРОБИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

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

Аннотация. В статье представлены результаты оценки способов применения биопрепаратов Профибакт-Фито, ж. и Триходермин-БЛ для защиты зеленных культур от корневой гнили при их возделывании способом проточной гидропоники и установлено, что защитный эффект препаратов выше при внесении на стадии приготовления торфосмеси, чем при применении путем полива после посева. Установлено, что биологическая эффективность микробиопрепаратов в контроле корневой гнили достигает в посевах укропа огородного 75,0%, петрушки курчавой – 84,7%.

Ключевые слова: зеленные культуры, проточная гидропоника, корневая гниль, микробиопрепараты, Триходермин-БЛ, Профибакт-Фито, технология применения, биологическая эффективность.

Введение. Широкое распространение в посадках зеленных культур корневой гнили, высокая вредоносность болезни с одной стороны и недопустимость использования химических средств защиты растений с другой, обуславливают выбор биологических средств защиты для снижения ее вредоносности. В микробиологической защите растений от фитопатогенных микроорганизмов существует два основных пути использования микробов-антагонистов – создание благоприятных условий для размножения микроорганизмов с помощью различных агроприемов и искусственное насыщение агробиоценоза микробами-антагонистами путем внесения в субстрат различных биопрепаратов [6, 8]. Практикуют различные способы внесения препаратов: обработка семян, внесение в торфогрунт, пролив грунта при высадке рассады на постоянное место, опрыскивание [7, 11, 12]. По данным российских ученых при высоком инфекционном фоне гриба *F. oxysporum* однократного внесения Триходермина в почву недостаточно [8]. Для эффективного сдерживания инфекционного процесса необходимо дополнительное внесение препарата в процессе вегетации растений. Проведенный микробиологический анализ субстрата корневой зоны зеленных культур показал, что формирование почвенной микрофлоры идет в основном, за счет накопления микромицетов родов *Fusarium*,

Pythium, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*. Следует отметить, что к концу вегетации на всех культурах прослеживается тенденция к увеличению плотности популяций большинства видов патогенных микромицетов, что весьма нежелательно, так как на линии проточной гидропоники находятся растения разных возрастов и существует риск их заражения. Причем, к концу вегетации на всех культурах прослеживается тенденция к увеличению плотности популяций патогенных микромицетов, а доля грибов рода *Trichoderma* в корневой зоне петрушки курчавой и салата листового остается практически на исходном уровне, на укропе снижается на 16,5% [2, 9, 10]. Оценка видового состава возбудителей корневой гнили зеленных культур свидетельствует о целесообразности проведения исследований в направлении оптимизации способов внесения биологических препаратов, содержащих комплекс микроорганизмов-антагонистов.

Материалы и методы. Исследования по оценке эффективности биопрепаратов в защите зеленных культур от корневой гнили проведены в течение 4 вегетационных периодов (культурооборотов) в производственных условиях линии проточной гидропоники филиала «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» Витебской области на зеленных культурах – укропе сорта Аллигатор и петрушке сорта Мооскраузе,

В исследованиях использовали препараты на основе бактерий – Профибакт-Фито, ж. (*Bacillus* sp. ВВ 58-3 и *Pseudomonas aurantiaca* 162/255.17) с концентрацией рабочей жидкости (1,0 и 2,0%) и на основе сапрофитных грибов-антагонистов рода *Trichoderma*: Триходермин-БЛ (*Trichoderma viride* Т 13-82) на зерновом субстрате (1,0% р.ж.). Эксперименты по оценке эффективности различных приемов применения препаратов проводили по двум схемам.

Схема опытов 1 и 2 включала двукратное внесение биопрепаратов путем полива: первый полив субстрата рабочей жидкостью биопрепарата (100 мл р.ж./стаканчик) перед помещением растений в термокамеру сразу после посева семян, второй полив – перед выставлением растений на линию (100 мл р.ж./стаканчик).

Схема опытов 3 и 4 включала двукратное внесение биопрепаратов путем замешивания в торф и полива: первое внесение биопрепаратов перед посевом семян на стадии приготовления торфяной смеси – перемешивание с торфом 1 мл и 2 мл/100 г грунта, второе – полив 1,0% и 2,0%-ной р.ж. перед выставлением растений на линию (100 мл р.ж./стаканчик). Контроль – вода.

В эксперименте оценивали биометрические показатели растений (высоту растения, длину корня), распространенность и развитие болезней [3, 4].

Распространенность болезни (процент пораженных растений) рассчитывали по формуле 1:

$$P = (n \times 100) / N, \quad (1)$$

где P – распространенность болезни, %; n – количество больных растений в пробах, экз.; N – общее количество растений в пробах, экз.

Развитие болезни вычисляли по формуле 2:

$$R = (\sum ab \times 100) / (N \times k), \quad (2)$$

где R – развитие болезни, %; ab – произведение числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – количество взятых для учета растений, экз.; k – наивысший балл шкалы, по которой проводилась оценка поражения в опыте.

Степень пораженности растений корневой гнилью оценивали по следующей шкале [3, 4]: балл 0 – поражения нет, балл 1 – поражено до 1/3 корневой системы, балл 2 – поражено от 1/3 до 2/3 корневой системы, балл 3 – поражено более 2/3 корневой системы.

Вредоносность болезней (потери урожая) оценивали путем определения массовой доли дефектных (нестандартных) растений в стаканчиках с торфосмесью, учитывали в единицах массы или в процентах на один стаканчик (не менее 25 растений) [5] по формуле 3:

$$B = (m / M) \times 100 \quad (3)$$

где B – вредоносность болезни, %; m – масса дефектных растений, г; M – масса объединенной пробы, г.

Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по формуле 4:

$$БЭ = (\Pi_k - \Pi_o) \times 100 / \Pi_k, \quad (4)$$

где $БЭ$ – биологическая эффективность, %; Π_k – процент развития болезни или степень поражения растений в контроле; Π_o – процент развития болезни или степень поражения растений в опыте.

Результаты и обсуждения. С биологической точки зрения защитные мероприятия должны быть ориентированы на профилактику болезни, и препараты необходимо применять до или на начальных этапах развития патологического процесса, когда болезнь развивается с меньшей скоростью и ее легче тормозить [1]. В нашем случае первое внесение проводится перед помещением кассет в термокамеру, где созданы оптимальные условия для прорастания семян (температура 22-25 °С и влажность – 80–90 %), являющиеся в свою очередь благоприятными и для развития

фитопатогенной микрофлоры. Следует учитывать и то, что основной биопрепаратов являются живые микроорганизмы и до начала их действия должно пройти какое-то время (от прорастания конидий и до образования новых). В случае применения жидких форм биопрепаратов, начальный защитный эффект обеспечивается метаболитами, находящимися в культуральной жидкости.

В связи с тем, что в ходе вегетации зеленных культур в торфосубстрате происходит накопленные фитопатогенных микроорганизмов, так как на линии находятся растения разных возрастов с различной инфекционной нагрузкой, а циркуляция в системе питательного раствора способствует распространению инфекции, а также то, что при выставлении растений на линию проточной гидропоники, неизбежно травмирование корневой системы растений, повторное внесение препаратов целесообразно проводить перед выставлением растений на линию проточной гидропоники, так как проведение обработки после выставления растений на линию сложно осуществить в связи с особенностями технологии выращивания.

Согласно СТБ 2083-2010 доля поврежденных (погибших или недоразвитых) растений петрушки курчавой и укропа огородного, выращиваемых в пластиковых стаканчиках, не должна превышать 12%. Результаты фитопатологического мониторинга показали, что при распространенности корневой гнили в посевах укропа огородного 47,5–62,5% и развитии болезни 20,0–25,8%, потери урожая в связи с гибелью растений составили от 10,8 до 14,8%. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Применение биопрепаратов позволило снизить пораженность растений корневой гнилью и получить биологическую эффективность в пределах 26,9–70,9% в варианте с Профибакт-Фито, ж. и 41,5–75,0% в варианте с Триходермином-БЛ. Потери урожая в вариантах с применением биопрепаратов не превышали 6,1%, а при внесении препаратов в торфосубстрат выход стандартной продукции достиг 100% (табл. 2).

Результаты опытов показали, что при применении препарата Профибакт-Фито, ж. с концентрацией рабочей жидкости 1,0% распространенность корневой гнили снижалась на 7,5 и 35,0%, развитие болезни – на 5,8 и 16,7%; при концентрации рабочей жидкости 2,0% – распространенность болезни на 10,0 и 40,0%, развитие – на 7,5–18,3%.

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на пораженность корневой гнилью, рост и развитие растений укропа огородного (филиал «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» Витебской области, проточная гидропоника, производственный опыт, сорт Аллигатор, 2011 г.)

Вариант	Р, %	R, %	БЭ, %	h		l	
				см	% к контролю	см	% к контролю
<i>Опыт 1 (полив после посева → повторный полив), учет (конец вегетации) 21.04.</i>							
Контроль	47,5	20,0	–	9,6	–	6,7	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	40,0	13,3	33,5	9,8	2,1	7,6	13,4
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	32,5	12,5	37,5	10,8	12,5	9,1	35,8
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	35,0	11,7	41,5	12,3	28,1	9,8	46,3
НСР ₀₅	–	–	–	0,74	–	1,55	–
<i>Опыт 2 (полив после посева → повторный полив), учет (конец вегетации) 27.04.</i>							
Контроль	47,5	21,6	–	9,1	–	6,5	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	47,5	15,8	26,9	10,8	18,7	8,4	29,2
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	37,5	13,3	38,4	11,9	30,8	10,0	53,8
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	37,5	12,5	42,1	13,5	48,4	11,3	73,8
НСР ₀₅	–	–	–	0,79	–	1,67	–
<i>Опыт 3 (внесение в торф → полив), учет (конец вегетации) 04.05.</i>							
Контроль	50,0	20,0	–	8,8	–	6,1	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	27,5	9,2	54,0	12,5	42,0	10,8	77,0
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	20,0	6,6	67,0	11,3	28,4	10,8	77,0
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	15,0	5,0	75,0	11,1	26,1	10,9	78,7
НСР ₀₅	–	–	–	0,76	–	1,87	–
<i>Опыт 4 (внесение в торф → полив), учет (конец вегетации) 12.05.</i>							
Контроль	62,5	25,8	–	10,5	–	7,3	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	27,5	9,1	64,7	10,8	2,9	10,3	41,1
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	22,5	7,5	70,9	11,8	12,4	10,8	47,9
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	20,0	6,7	74,0	13,9	32,4	13,6	86,3
НСР ₀₅	–	–	–	0,82	–	1,91	–

Примечание. Р – распространенность болезни, R – развитие болезни, h – высота растения, l – длина корней, БЭ – биологическая эффективность

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность биопрепаратов в посевах укропа огородного (филиал «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» Витебской области, проточная гидропоника, производственный опыт, сорт Аллигатор, 2011 г.)

Вариант	Масса зеленой части, стандарт, вес, г	Масса зеленой части, нестандарт, вес, г	Потери урожая, %	Сохраненный урожай	
				г	%
<i>Опыт 1 (полив после посева → повторный полив), учет 21.04. (конец вегетации)</i>					
Контроль	6,3	0,8	11,3	–	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	6,9	0,4	5,5	0,6	9,5
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	8,1	0,3	3,6	1,8	28,6
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	8,5	0,2	2,3	2,2	34,9
НСР ₀₅	1,14	0,29	–	1,37	–
<i>Опыт 2 (полив после посева → повторный полив), учет 27.04. (конец вегетации)</i>					
Контроль	7,4	0,9	10,8	–	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	7,7	0,5	6,1	0,3	4,1
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	8,7	0,4	4,4	1,3	17,6
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	9,2	0,3	3,2	1,8	24,3
НСР ₀₅	0,84	0,17	–	1,00	–
<i>Опыт 3 (внесение в торф → полив), учет 04.05. (конец вегетации)</i>					
Контроль	6,4	0,7	9,9	–	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	8,0	0,0	0,0	1,6	25,0
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	10,3	0,0	0,0	3,9	60,9
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	10,4	0,0	0,0	4,0	62,5
НСР ₀₅	1,49	–	–	1,58	–
<i>Опыт 4 (внесение в торф → полив), учет 12.05. (конец вегетации)</i>					
Контроль	6,9	1,2	14,8	–	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	8,4	0,0	0,0	1,5	21,5
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	10,1	0,0	0,0	3,2	46,4
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	10,6	0,0	0,0	3,7	53,6
НСР ₀₅	1,07	–	–	1,65	–

При сравнении приемов применения более эффективным было внесение биопрепаратов в торф при приготовлении торфяной смеси. Так, показатель биологической эффективности при применении препарата Профибакт-Фито, ж. путем полива после посева семян составил 26,9–38,4%, тогда как при внесении

в торф – 54,0–70,9%, биопрепарата Триходермин-БЛ – 41,5–42,1% и 74,0–75,0% соответственно. Усиление защитного эффекта при замешивании препаратов в торф связано с более продолжительным периодом времени между внесением в торф и посевом семян.

В результате оценки биометрических показателей растений укропа огородного отмечено положительное влияние препаратов на высоту растений и длину корневой системы. Отмечено достоверное увеличение высоты растений при применении Профибакта-Фито, ж. в концентрации 2,0% на 12,5–30,8%, длины корня – на 35,8–77,0%, биопрепарата Триходермин-БЛ – 26,1–48,4% и 46,3–86,3% соответственно. При добавлении Триходермина-БЛ в торф корневая система растений укропа огородного визуально была более развита, чем в варианте с Профибакт-Фито, ж.

Более выраженная тенденция положительного влияния биопрепаратов на снижение пораженности корневой гнилью и стимуляцию ростовых процессов растений прослеживалась при применении препаратов в посевах петрушки курчавой, распространенность корневой гнили в контрольном варианте составила 50,0–57,5%, при развитии болезни – 19,1–27,5% (табл. 3).

Потери урожая петрушки курчавой достигали 15,9%, а в вариантах с применением биопрепаратов Профибакт-Фито, ж. и Триходермин-БЛ не превышали 3,7%, а при внесении препаратов в торф выход стандартной продукции достигал 100% (табл. 4).

Эффективность препаратов при внесении на стадии приготовления торфяной смеси была выше, чем при их применении путем полива после посева семян. Так, если биологическая эффективность биопрепарата Профибакт-Фито, ж. в ограничении корневой гнили петрушки курчавой при его применении путем полива после посева семян составила 25,7–33,3% (1,0% р.ж.) и 34,6–40,9% (2,0% р.ж.), то добавление Профибакта-Фито, ж. в торфяную смесь при ее приготовлении обеспечивало увеличение этого показателя до 73,1% (1,0% р.ж.) и 80,6% (2,0% р.ж.). В варианте с Триходермином-БЛ при внесении в торф биологическая эффективность достигала 84,7%.

Важно отметить, что при сравнительном анализе применения биопрепаратов Профибакт-Фито, ж. (2,0%) и Триходермин-БЛ (1,0%) не отмечено статистически значимых потерь урожая. Применение биопрепаратов путем внесения в торф, позволило снизить развитие болезни ниже порога вредоносности (при выращивании укропа огородного ПВ – 8,2±0,12%, петрушки курчавой – 10,8±0,09%).

Таблица 3 – Влияние биопрепаратов на пораженность корневой гнилью, рост и развитие растений петрушки курчавой (проточная гидропоника филиал «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» Витебской области, производственный опыт, сорт Мооскраузе, 2011 г.)

Вариант	P, %	R, %	БЭ, %	h		l	
				см	% к контролю	см	% к контролю
<i>Опыт 1 (полив после посева → повторный полив), учет (конец вегетации) 27.04.</i>							
Контроль	52,5	19,1	–	4,6	–	2,8	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	40,0	14,2	25,7	5,3	15,2	4,2	50,0
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	37,5	12,5	34,6	5,9	28,3	4,9	75,0
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	32,5	10,8	43,5	6,4	39,1	5,5	96,4
НСР ₀₅	–	–	–	0,88	–	1,11	–
<i>Опыт 2 (полив после посева → повторный полив), учет (конец вегетации) 04.05.</i>							
Контроль	50,0	22,5	–	5,5	–	2,7	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	37,5	15,0	33,3	5,9	7,3	4,8	77,8
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	40,0	13,3	40,9	6,8	23,6	5,7	111,1
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	37,5	12,5	44,4	7,0	27,3	6,1	125,9
НСР ₀₅	–	–	–	1,01	–	1,25	–
<i>Опыт 3 (внесение в торф → полив), учет (конец вегетации) 12.05.</i>							
Контроль	57,5	21,6	–	5,1	–	2,1	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	17,5	5,8	73,1	5,9	15,7	6,9	228,6
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	12,5	4,2	80,6	6,3	23,5	7,3	247,6
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	10,0	3,3	84,7	5,8	13,7	7,9	276,2
НСР ₀₅	–	–	–	1,01	–	1,63	–
<i>Опыт 4 (внесение в торф → полив), учет (конец вегетации) 19.05.</i>							
Контроль	57,5	27,5	–	6,7	–	2,6	–
Профибакт-Фито, 1,0% р.ж.	22,5	7,5	72,7	7,1	6,0	7,6	192,3
Профибакт-Фито, 2,0% р.ж.	17,5	5,8	78,9	7,2	7,5	9,2	253,8
Триходермин-БЛ, 1% р.ж.	15,0	5,0	81,8	6,9	3,0	9,5	265,4
НСР ₀₅	–	–	–	1,13	–	1,94	–

Примечание. P – распространенность болезни, R – развитие болезни, h – высота растения, l – длина корней, БЭ – биологическая эффективность

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность биопрепаратов при выращивании петрушки курчавой (проточная гидропоника филиал «Весна-Энерго» РУП «Витебск-Энерго» Витебской области, производственный опыт, сорт Мооскраузе, 2011 г.)

Вариант	Масса зеленой части, стандарт, вес, г	Масса зеленой части, нестандарт, вес, г	Потери урожая, %	Сохраненный урожай	
				г	%
<i>Опыт 1 (полив после посева → повторный полив), учет 27.04. (конец вегетации)</i>					
Контроль	7,9	0,7	8,1	–	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	8,4	0,3	3,4	0,5	6,3
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	9,1	0,1	1,1	1,2	15,2
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	9,5	0,1	1,0	1,6	20,3
НСР ₀₅	0,75	0,15	–	0,76	
<i>Опыт 2 (полив после посева → повторный полив), учет 04.05. (конец вегетации)</i>					
Контроль	7,2	1,1	13,3	–	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	7,9	0,3	3,7	0,7	9,7
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	8,8	0,2	2,2	1,6	22,2
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	9,3	0,2	2,1	2,1	29,2
НСР ₀₅	1,23	0,25	–	1,93	
<i>Опыт 3 (внесение в торф → полив), учет 12.05. (конец вегетации)</i>					
Контроль	6,9	1,0	12,7	–	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	8,8	0,0	0,0	1,9	27,5
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	9,7	0,0	0,0	2,8	40,6
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	10,2	0,0	0,0	3,3	47,8
НСР ₀₅	0,88	–	–	1,07	
<i>Опыт 4 (внесение в торф → полив), учет 19.05. (конец вегетации)</i>					
Контроль	5,8	1,1	15,9	–	–
Профибакт-Фито, 1,0 % р.ж.	8,2	0,0	0,0	2,4	41,4
Профибакт-Фито, 2,0 % р.ж.	9,6	0,0	0,0	3,8	65,5
Триходермин-БЛ, 1 % р.ж.	10,1	0,0	0,0	4,3	74,1
НСР ₀₅	0,98	–	–	1,09	

Действие биопрепаратов положительно сказалось на биометрических показателях растений петрушки курчавой – высоте растений и длине корней. Причем, наряду с увеличением длины во всех вариантах отмечено более интенсивное разветвление корневой системы в сравнении с контролем.

Заключение. Исследования показали, что защитный эффект препаратов Профибакт-Фито, ж. и Триходермин-БЛ выше при внесении на стадии приготовления торфосмеси, чем при применении путем полива после посева. При сравнительной оценке использования Профибакт-Фито, ж. в различных концентрациях (1,0 и 2,0%) установлено, что использование препарата с концентрацией рабочей жидкости 2,0% обеспечило более высокую биологическую эффективность в сравнении с 1,0% концентрацией. Биологическая эффективность препарата в защите укропа огородного от корневой гнили составила – 26,9–70,9%, петрушки курчавой – 25,7–80,6% и варьировала в зависимости от концентрации и способа применения препарата. Биологическая эффективность биопрепарата Триходермин-БЛ была несколько выше и достигала в посевах укропа огородного 75,0%, петрушки курчавой – 84,7%.

При сравнительном анализе применения биопрепаратов Профибакт-Фито, ж. (2,0%) и Триходермин-БЛ (1,0%) не отмечено статистически значимых потерь урожая, а применение биопрепаратов, путем внесения в торф, позволило снизить развитие болезни ниже порога вредоносности, следовательно, данный прием является более эффективным.

Список литературы

1. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси : монография / С.Ф. Буга ; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
2. Возбудители корневой гнили салата, выращиваемого способом проточной гидропоники в Беларуси // Е. К. Юзефович, С. Ф. Буга / Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 14–17 апр. 2014 г. / Кубан. гос. аграр. ун-т ; отв. ред. М.И. Зазимко. – Краснодар, 2014. – С. 61–64.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / сост.: Л.И. Прищепя, Н.И. Микельская, Д.В. Войтка ; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2008. – 56 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; ред. Ф. Буга. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 508 с.
5. Овощи зеленые свежие. Требования при заготовках, поставках и реализации : СТБ 2083-2010. – Введ. 30.06.10. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 13 с.
6. Павлюшин, В. А. Основные направления микробиологической защиты растений от болезней / В. А. Павлюшин ; Ком. СССР по науке и технике. – М., 1990. – 10 с.

7. Система биологической защиты овощных культур от вредителей и болезней в теплицах / В. А. Павлюшин [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2001. – 72 с.

8. Экологические основы биологической защиты овощных культур в теплицах Приморского края / Ф. Я. Яркулов [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений, Инновац. центр защиты растений, ; под ред. Ф. Я. Яркулова, В. А. Павлюшина. – СПб. ; Владивосток : Инновац. центр защиты растений ВИЗР, 2006. – 184 с.

9. Юзефович, Е. К. Структура комплекса микромицетов корневой зоны растений укропа, выращиваемого способом проточной гидропоники / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке : материалы Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 2–4 окт. 2013 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2013. – С. 304–306.

10. Юзефович, Е. К. Структура комплекса микромицетов корневой зоны растений петрушки, выращиваемой способом проточной гидропоники / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты : сб. ст. II междунар. науч.-практ. конф., 12–14 нояб. 2013 г., г. Минск / Белорус. гос. ун-т ; ред.: В. В. Лысак [и др.]. – Минск, 2013. – С. 332–335.

11. Berdian, G. Bilogische Bekampfung ausgewahlter Gemusekrankheiten mittels *Trichoderma harzianum* / G. Berdian // D. Pflanzenschutztag., 23-26 Sept., 1996. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. – Berlin-Dahlem, 1996. – P. 456-457.

12. Okigbo, R. N. Studies of biological control of posthrwest rot in yams using *Trichoderma viride* / R. N. Okigbo // Phytopathology. – 2000. – Vol. 148, № 6. – P. 351-355.

E.K. Yuzefovich, D.V. Voitka

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

OPTIMIZATION METHOD OF DEPOSIT BIOPREPARATIONS PROTECTION GREENS FROM ROOT ROT

Annotation. The article shows the results of evaluation of methods of application of biological products Profibakt-Fito, then. and BL-Trihodermin to protect greens from root rot in in their crops the cultivation hydroponics method and found that the protective effect of the drugs above when making preparation torfosmesi than when applied by watering after planting. It was found that the biological efficiency of microbiopreparations in the control of root rot reached 75,0% for dill, 84,7% for parsley.

Key words: greens, running hydroponics, root rot, microbiological preparations, BL-Trihodermin, Profibakt-Fito, application technology, biological efficiency.

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 634.11:632.421.927

Н.Е. Колтун

РУП «Институт защиты растений»

СТРУКТУРА ДОМИНИРОВАНИЯ ФИТОФАГОВ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА НА РАЗЛИЧНЫХ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ПАРШЕ СОРТАХ

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

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по видовому составу и структуре доминирования фитофагов в промышленных насаждениях яблони на сортах, различающихся по степени устойчивости к парше. Установлено предпочтительное повреждение иммунных и устойчивых сортов яблони инвазивными видами вредителей: аменостегия щавелевая, древесница въедливая и западный непарный короед. Выявлено, что численность плодовых клещей, яблонно-подорожниковой тли и яблонной листовой галлицы на устойчивых к парше сортах в 5–6 раз выше, чем на поражаемых, что обусловлено различиями в комплексе проводимых защитных мероприятий.

Ключевые слова: яблоня, сорта, устойчивость к парше, фитофаги, видовой состав, структура доминирования.

Обоснование. В условиях Беларуси при интенсивных технологиях возделывания яблоневых садов усилилась вредоносность парши яблони. От общих потерь урожая, вызываемых комплексом вредителей и болезней, 40% приходится на паршу яблони и основной объем защитных мероприятий проводится именно от этой болезни. Поэтому в республике ведется интенсивная селекция и интродукции иммунных и устойчивых к болезни сортов. Несмотря на то, что такие сорта предпочтительны в производстве в связи с минимальным проведением не только фунгицидных, но, зачастую, и инсектицидных обработок, они с течением времени сильнее поражаются другими болезнями и повреждаются вредителями. Широкая интродукция сортов иностранной селекции, наряду с другими элементами интенсификации отрасли, привела к значительным качественным и

количественным изменениям в структуре энтомоценозов плодовых насаждений.

Исследования, проводимые в этом направлении, показывают, что интенсификация производства сельскохозяйственной продукции негативно влияет на биологическое разнообразие и экологические структуры беспозвоночных, приводит к нарушениям механизмов естественного регулирования в системах «кормовое растение – фитофаг – энтомофаг», в результате чего возрастает численность и вредоносность фитофагов, ранее не имевших экономического значения [2, 5, 6, 7, 11, 12].

Целью настоящих исследований являлось уточнение изменений видового состава фитофагов и структуры их доминирования в насаждениях различных по устойчивости к парше сортов яблони.

Место и методика проведения исследований. Оценку фитосанитарного состояния яблони проводили в промышленных садах Минской (РУП «Институт пловодства», ОАО «Агрокомбинат Клецкий», ОАО «Агрокомбинат Дзержинский», РУЭОСХП «Восход», УП «Агрокомбинат Ждановичи», КХ «Новатор сад»), Витебской (РУП «Толочинский консервный завод»), Гродненской (ОАО «Прогресс-Вертилишки») и Брестской (ОАО «Почапово», ЩАЩ «Остромечево») областей. Стационарные наблюдения за динамикой численности фитофагов осуществляли в садах РУП «Институт пловодства» и РУП «Институт защиты растений».

Маршрутные обследования яблоневых насаждений выполняли по общепринятым методикам (Фасулати К.К., 1971; Грин Н. и др., 1996; Алехин В.Т. и др., 1998) [1, 3, 10].

Обследования плодовых насаждений осуществляли поквартально. Учетная площадь составляла 10–15 га сада. На данной площади осматривали:

– при учетах численности зимующего запаса вредителей, в период покоя растений – пробы ветвей по 2 м с 10 учетных деревьев; 10 учетных деревьев;

– в период вегетации – 2 м ветвей с 10 учетных деревьев; 100 учетных органов (бутоны, соцветия, листья, завязи, плоды, побеги) с 10 модельных деревьев; 10 учетных деревьев.

Оценку фитосанитарного состояния плодовых насаждений осуществляли в следующие фенологические фазы развития яблони: период покоя (А), распускание почек (С, С₃), обособление -порозовение бутонов (D – E₂), цветение (F, F₂), конец цветения (G, H), размер плода «лещина» (I), размер плода «греческий орех» (J) и рост плодов (K).

Проводили учеты численности и оценку вредоносности следующих вредителей:

– период покоя растений (А): плодовые клещи, яблонная медяница, тли, яблонная запятовидная щитовка, ложнощитовка яблонная, яблонная моль, кистехвост обыкновенный, кольчатый шелкопряд, непарный шелкопряд, златогузка, боярышница, сетчатая, боярышниковая, розанная, плодовая, почковая листовертки, зимняя пяденица, западный непарный короед, щавелевый пилильщик = (аменостегия щавелевая);

– набухание плодовых почек (В): яблонная ложнощитовка, западный непарный короед, щавелевый пилильщик;

– распускание почек (С, С₃): яблонный цветоед, зеленая яблонная тля, ложнощитовка яблонная, златогузка, боярышница, сетчатая, плодовая, почковая листовертки, чехликовая моль;

– обособление – порозовение бутонов (D – E₂): плодовые клещи, яблонная медяница, яблонно-подорожниковая тля, яблонная моль, боярышниковая и розанная листовертки, пяденицы, кольчатый и непарный шелкопряды;

– цветение (F, F₂): яблонный плодовой пилильщик, яблонная плодоярка, оленка мохнатая, бронзовка зловонная;

– после цветения (G, H): плодовые клещи, минирующие моли, кистехвост обыкновенный, чехликовая моль, яблонная запятовидная щитовка, яблонный цветоед, яблонная плодоярка, садовый хрущик ;

– образование завязи – размер плода с лещину (I): яблонный плодовой пилильщик;

– размер плода с грецкий орех (J): яблонная плодоярка, рябинная моль, краевая кармашковая моль;

– рост плодов (K): клещи, тли, яблонная плодоярка, рябинная моль, листовые пилильщики, минирующие моли, древесница въедливая, яблонная листовая галлица.

Для систематизации, обобщения и статистической обработки собранного материала были использованы методы корреляционного и регрессионного анализов [4, 9, 13].

Результаты исследований. Анализ литературных источников и результаты многолетних наблюдений показывают, что в современном плодоводстве происходит быстрая сортосмена возделываемых плодовых культур в направлении расширения посадок сортов, устойчивых к вредным организмам. В «Современном сортименте садовых насаждений Беларуси» (2014 г.) из 48 представленных сортов яблони, возделываемых в промышленных садах республики, 25 (или 52,1%) имеют 1 или несколько генов устойчивости к парше (табл. 1).

Таблица 1 – Сорты яблони, возделываемые в промышленном садоводстве Беларуси (согласно справочника «Современный сортимент садовых насаждений Беларуси», 2014 г.)

Устойчивые		Поражаемые
Моногенная (<i>Rvi6</i> (<i>Vf</i>) ген) устойчивость	Полигенная устойчивость	
Раннего срока созревания (летние)		
Юбиляр	–	Елена, Коваленковское, Мелба, Мечта
Среднего срока созревания (осенние)		
–	Лучезарное, Редфри,	Минское, Ауксис, Пепинка, Слава Победителям
Позднего срока созревания (поздне-осенние и зимние)		
Белана, Белорусское сладкое, Дарунак, Дьямент, Зорка, Имант, Имрус, Красавита, Нававита, Надзейны, Память Коваленко, Поспех, Сакавита, Сябрына	Алеся, Белорусский синап, Вербное, Заславское, Весялина, Редкрафт, Топаз, Фридом	Антей, Банановое, Белорусское малиновое, Память Сикоры, Память Сюбаровой, Чаровница, Айдаред, Ветеран, Глостер, Джонаголд, Заря Алатау, Синап Орловский, Теллисааре, Уэлси, Чемпион
Итого: 15	10	23

Из группы устойчивых к парше сортов, в настоящее время в промышленных садах наиболее широко возделываются следующие: Алеся, Вербное, Заславское, Весялина, Белорусское сладкое, Дарунак, Имант, Надзейны, Поспех, Имрус, Топаз, Фридом; из поражаемых – Елена, Слава Победителям, Антей, Белорусское малиновое, Чаровница, Айдаред, Джонаголд, Чемпион.

С целью оценки фитосанитарного состояния насаждений яблони устойчивых и поражаемых паршой сортов, а также сбора фаунистического материала, нами на протяжении четырех лет (2012–2015 гг.) проводились маршрутные обследования в 10 плодородческих хозяйствах Минской, Брестской, Гродненской и Витебской областей.

На основании системного анализа собранного фаунистического материала уточнен видовой состав, структура доминирования и динамика численности основных вредителей яблоневого сада на сортах различных по степени поражаемости паршой. Установлено, что в насаждениях интенсивного типа видовой состав вредителей одинаков как на устойчивых, так и на поражаемых сортах яблони. Идентифицировано 37 видов фитофагов, относящихся к 6 отрядам и 16 семействам (табл. 2).

Наибольшим количеством видов представлены отряд Бабочки (*Lepidoptera*) – 18 видов и отряд Жуки (*Coleoptera*) – 8 видов. Остальные отряды включают от 1 до 3 видов вредителей.

Таблица 2 – Видовое разнообразие фитофагов в яблоневых садах промышленного типа и повреждаемость ими различных по устойчивости к парше сортов (2012–2015 гг.)

Вредный объект	Повреждаемость	
	устойчи- вые сорта	поражае- мые сорта
Отряд Клещи (Acarina)		
Бурый плодовый клещ (<i>Bryobia redicorzevi</i> Reck.)	+++++	++++
Красный яблонный клещ (<i>Metatetranychus ulmi</i> Koch.)	+++++	++++
Обыкновенный паутинный клещ (<i>Tetranychus urticae</i> Koch.)	++++	++++
Отряд Равнокрылые хоботные (Homoptera)		
Подотряд Тли (Aphidinea)		
Зеленая яблонная тля (<i>Aphis pomi</i> Deg.)	+++++	+++++
Яблонно-подорожниковая тля (<i>Dysaphis plantaginea</i> Pass.)	+++	++
Подотряд Листоблошки (<i>Psylloidea</i>)		
Яблонная медяница (<i>Psylla mali</i> Sch.)	+	+
Подотряд Червецы, или Кокциды (Coccinea)		
Сем. Ложнощитовки (<i>Coccidae</i>)		
Яблоневая шаровидная ложнощитовка (<i>Eulecanium mali</i> Schrank.)	+	+
Сем. Щитовки (<i>Diaspididae</i>)		
Запятювидная щитовка (<i>Lepidosaphes ulmi</i> L.)	++	++
Отряд жуки, или Жесткокрылые (Coleoptera)		
Сем. Пластинчатоусые (<i>Scarabaeidae</i>)		
Западный майский хрущ (<i>Melolontha melolontha</i> L.)	++	++
Июньский хрущ (<i>Amphimallon solstitialis</i> L.)	++	++
Садовый хрущик (<i>Phyllopertha horticola</i> L.)	+++	+++
Оленка мохнатая (<i>Epicometis hirta</i> Poda.)	+	+
Бронзовка зловонная (<i>Oxythyrea funesta</i> Poda.)	+	+
Сем. Долгоносики (<i>Curculionidae</i>)		
Яблонный цветоед (<i>Anthonomus pomorum</i> L.)	+++++	+++++
Плодовый долгоносик (<i>Phyllobius oblongus</i> L.)	++	++
Сем. Короеды (<i>Ipidae, Scolytidae</i>)		
Западный непарный короед (<i>Xyleborus dispar</i> F.)	+++	+
Отряд Бабочки (Lepidoptera)		
Сем. Листовертки (<i>Tortricidae</i>)		
Плодожорка яблонная (<i>Laspeyresia pomonella</i> L.)	+++	+++
Листовертка розанная (<i>Archips rosana</i> L.)	++	++
Вертунья почковая (<i>Spilonota ocellana</i> L.)	++	++
Смородиновая листовертка (<i>Pandemis ribeana</i> Sc.)	++	++
Всеядная листовертка (<i>Cacoecia podana</i> Sc.)	++	++

Окончание таблицы 2

Вредный объект	Повреждаемость	
	устойчи- вые сорта	поражае- мые сорта
Сем. Моли-листовертки (Glyphipterygidae) Яблонева моль-листовертка (<i>Simaethis pariana</i> Cl.)	++	++
Сем. Горностаевые моли (<i>Hyponomeutidae</i>) Яблонная моль (<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell.)	+	+
Сем. Аргирестиды (<i>Argyresthiidae</i>) Моль рябинная плодовая (<i>Argyresthia conjugella</i> Z)	+	+
Сем. Моли-пестрянки (<i>Gracilariidae</i>) Кармашковая краевая моль (<i>Ornix guttea</i> Hw.)	+	+
Яблонная моль-пестрянка (<i>Lithocolletis blancardella</i> Fbr.)	++	++
Сем. Белянки (<i>Pieridae</i>) Боярышница (<i>Aporia crataegi</i> L.)	+	+
Сем. Волнянки (<i>Orgyidae</i>) Златогузка (<i>Euproctis chrysorrhoea</i> L.)	+	+
Непарный шелкопряд (<i>Ocneria dispar</i> L.)	+	+
Кистехвост обыкновенный (<i>Orgyia antiqua</i> L.)	+	+
Кистехвост пятнистый (<i>Orgyia gonostigma</i> F.)	+	+
Сем. Коконопряды (<i>Lasiocampidae</i>) Кольчатый шелкопряд (<i>Malacosoma neustria</i> L.)	+	+
Сем. Пяденицы (<i>Geometridae</i>) Пяденица зимняя (<i>Operophtera brumata</i> L.)	++	++
Сем. Древоточцы (<i>Cossidae</i>) Древесница въедливая (<i>Zeuzera pyrina</i> L.)	+++	+
Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)		
Сем. Настоящие пилильщики (<i>Tenthredinidae</i>) Яблонный плодовой пилильщик (<i>Hoplocampa testudinea</i> Klug.)	++++	++++
Аменостегия щавелевая (<i>Amenostegia glabrata</i> Fall.)	+++	+
Отряд двукрылые (Diptera)		
Сем. Галлицы (<i>Cecidomyiidae</i>) Яблонева листовая галлица (<i>Dysaneura mali</i> Kff.)	+++	+

++++ – повреждает ежегодно все обследованные сорта;

++++ – повреждает периодически все обследованные сорта;

+++ – повреждает ежегодно больше 50% обследованных сортов;

++ – повреждает периодически больше 50% обследованных сортов;

+ – повреждает меньше 50% обследованных сортов.

В ходе исследований выявлены некоторые отличия по повреждаемости яблони различных по устойчивости к парше сортов вредителями из группы сосущих фитофагов (надсем. *Tetranychodea*, сем. *Aphidinedae*, сем. *Cecidomyiidae*), а также из группы вредителей древесины (сем. *Scolytidae*, сем. *Cossidae* и сем. *Tenthredinidae*).

Установлено предпочтительное заселение и повреждение иммунных и устойчивых к парше сортов такими инвазивными видами вредителей- древесоточцев, как западный непарный короед (*Xyleborus dispar* F.), щавелевый пилильщик (*Amenostegia glabrata* Fall.), древесница въедливая (*Zeuzera pyrina* L.). Поврежденность этими фитофагами деревьев яблони, устойчивых к парше сортов, ежегодно достигала 3–12%, в то время как на поражаемых болезнью сортах Аменостегия щавелевая = (Щавелевый пилильщик) за годы исследований не встречалась, а поврежденность деревьев западным непарным короедом и древесницей въедливой наблюдалась в отдельные годы и не превышала 2%. Такая ситуация, по нашему мнению, наряду с минимизацией объемов проведения защитных мероприятий на таких сортах, объясняется так же и широкой интродукцией посадочного материала устойчивых к парше сортов яблони.

Кроме того, в садах интенсивного типа на сортах яблони, устойчивых к парше, отмечено постепенное нарастание численности таких традиционных фитофагов как клещи, тли и галлицы. Ежегодные наблюдения за динамикой численности плодовых клещей (бурый плодовой – *Bryobia redicorzevi* Reck. и красный яблонный – *Metatetranychus ulmi* Koch.), яблонно-подорожниковой тли (*Dysaphis plantaginea* Pass.) и яблонной листовой галлицы (*Dysaneura mali* Kff.) показали, что на устойчивых к парше сортах численность вредителей в 5–6 раз выше, чем на поражаемых, что, вероятнее всего, обусловлено различиями в комплексе проводимых защитных мероприятий.

Заключение. Установлено, что видовой состав вредителей в яблоне-насаждениях интенсивного типа на различных по устойчивости к парше сортах одинаков, однако имеются некоторые отличия по повреждаемости яблони различных сортов вредителями из группы сосущих фитофагов (надсем. *Tetranychidae*, сем. *Aphidinedae*, сем. *Cecidomyiidae*), а также из группы вредителей древесины (сем. *Scolytidae*, сем. *Cossidae* и сем. *Tenthredinidae*).

Численность плодовых клещей (*Bryobia redicorzevi* Reck., *Metatetranychus ulmi* Koch.), яблонно-подорожниковой тли (*Dysaphis plantaginea* Pass.) и яблонной листовой галлицы (*Dysaneura mali* Kff.) на устойчивых сортах в 5–6 раз выше, чем на поражаемых, что обусловлено различиями в комплексе защитных мероприятий.

Выявлено так же предпочтительное повреждение иммунных и устойчивых сортов яблони инвазивными видами вредителей, такими как аменостегия щавелевая (*Amenostegia glabrata* Fall.), древесница въедливая (*Zeuzera pyrina* L.) и западный непарный короед (*Xyleborus dispar* F.).

Список литературы

1. Алехин В.Т., Ермаков А., Черкашин В.И. Контроль фитосанитарного состояния садов и виноградников // Защита и карантин растений, 1988. – № 2. – С. 54–57.
2. Андреев Р., Лечева И., Ангелова Р. Биоразнообразие на хищни видове насекоми и акари в ябълкова агроценоза при биологично земеделие// Животн. Науки, 2001. – Г. 38, бр.2. – С. 161–163.
3. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Количественная экология. – Москва, 1996. – Т. 2. – С. 127–150.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М., 1985. – 351 с.
5. Кружилкин И.П. Стабилизация энтомокомплексов полевых культур под влиянием орошения на юго-востоке России // Докл. РАСХН. –1999. – № 6. – С. 22–25.
6. Соколов М.С. Биологизация и биобезопасность защиты растений в XX1 веке в России// Актуальные вопросы биологизации защиты растений. – Пушкино. – 2000. – С. 26–32.
7. Сторчевская Е.М. Обоснование биологизации защиты от вредителей в адаптивно-ландшафтном садоводстве юга России: Автореф. дис... д-ра биол. наук.– Краснодар, 2002. – 47 с.
9. Уланова Е.С., Забелин В.Н.. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. Ленинград, 1990.–201 с.
10. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М., 1971.—423с.
11. Jonaitis V. Some aspects of long-term dynamics of phonological situation of the various biological systems functioning in different ecosystems // Acta entomologica Lituanaica.–1994.– Vol. 12.– P. 64–72
12. Stanley C.J. et. el. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand// J. hortic. Sc. Biotechnol.– 2000. – Vol. 75. – № 4. – P. 413–422.
13. Zar H.J. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Int. London, 1996. – 662 p.

N.E. Koltun

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

STRUCTURE OF PHYTOPHAGES DOMINANCE IN THE INTENSIVE TYPE APPLE ORCHARDS IN DIFFERENT BY RESISTANCE TO SCAB CULTIVARS

Annotation. In the article the results of researches on specific composition and structure of phytophages dominance in industrial apple plantations on cultivars differed by resistance degree to scab are presented. A preferred damage of immune and resistant apple cultivars by the invasive pest species: *Amenostegia glabrata* Fall., *Zeuzera pyrina* L., *Xyleborus dispar* L. is determined. It is estimated that fruit mites, *Dysaphis plantaginea* Pass, and *Dysaneura mali* Kff. number in resistant to scab cultivars is 5–6 times higher than in the infected ones, what is stipulated by differences in the complex of carried out protective measures.

Key words: apple-tree, cultivars, scab resistance, phytophages, specific composition, structure of dominance.

Т.П. Панченко, Л.Н. Червякова, Л.Л. Гаврилюк
Институт защиты растений НААН Украины, г. Киев

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ НАСЕКОМЫХ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЗАЩИТЫ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

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

Аннотация. Подтверждено, что перспективным путем экологизации химической защиты плодовых культур от вредных организмов является применение селективных препаратов – регуляторов роста и развития насекомых. Определены экотоксикологические критерии оценки исследуемых пестицидов: полярность, константы скорости детоксикации (k), периоды полураспада (T_{50}) и полного распада (T_{95}), степень опасности.

Ключевые слова: регуляторы роста и развития насекомых, полярность соединений, скорость детоксикации, степень опасности, агроценоз плодового сада.

Введение. Плодовый сад, в отличие от других агроценозов, имеет высокий уровень экологической емкости. В таком агроценозе при отсутствии севооборота, который на современном этапе остается главным фактором в ограничении количества вредных организмов, формируется особая среда обитания, способствующая постоянному размножению и накоплению трофически связанных с плодовыми деревьями вредных организмов: килофагов, филофагов, карпофагов. Они повреждают плодовые культуры на всех стадиях развития, начиная с распускания почек и заканчивая сбором урожая [1].

Современные системы защиты плодовых культур базируются, в основном, на применении пестицидов. Однако, потенциальная опасность загрязнения окружающей среды, накопление остатков пестицидов в продуктах питания, сравнительно быстрое развитие резистентности у вредных организмов, приводит к новому витку широкого применения пестицидов, обостряя проблемы химической защиты. В зависимости от фитосанитарного состояния и ассортимента применяемых препаратов, максимальная нагрузка пестицидов на 1 га в плодовом саду может достигать 10–13 кг [2], а по данным некоторых авторов и до 165 кг/га [3]. Поэтому ассортимент пестицидов для защиты плодовых культур необходимо расширять за счет препаратов, которые селективны, имеют высокую биологическую эффективность, минимальную

норму расхода препарата, низкую персистентность и безопасны для окружающей среды. Всем указанным требованиям в значительной степени соответствуют инсектициды – регуляторы роста и развития насекомых (PPPH): ингибиторы синтеза хитина и аналоги ювенильного гормона, безопасные для полезных насекомых и имеют длительный срок защитного действия (30–40 суток) [4, 5]. Их специфичность заключается в антагонистическом действии на гормоны насекомых или избирательном влиянии на определенные звенья нейроэндокринной системы, изменяя ее функциональную активность. Ингибиторы синтеза хитина влияют на вредителя в течение репродуктивной жизни имаго, первых дней эмбрионального и начала постэмбрионального развития, жизнедеятельности и развития личинок младшего возраста. Гибель начинается на стадии яйца, максимальная – в стадии личинок первого-второго возрастов. Такой характер влияния обеспечивает длительное воздействие на асинхронные популяции вредителей, появление которых разделено незначительным интервалом времени. Характерным свойством ювеноидов является нарушение морфогенеза насекомых-вредителей: процессов развития и последующего преобразования личинок в куколок и бабочек, что обуславливает видовую избирательность пестицида [5].

Несмотря на низкую летальную дозу (LD_{50} оральная для крыс 2000–10000 мг/кг, III – IV класс опасности по токсиколого-гигиенической классификации) необходимо оценить экологический риск применения этих пестицидов для защиты плодовых культур, в частности косточковых, поскольку такая продукция потребляется преимущественно свежей и является сырьем для детского и диетического питания. Поставленная задача может быть решена при проведении мониторинга, фактические данные которого необходимы при разработке моделей оценок и прогноза состояния окружающей среды. Составляющими мониторинга являются: разработка достоверных и доступных практическим службам методов анализа пестицидов (методическое обеспечение химико-аналитического мониторинга); изучение и формализация закономерностей кинетики процесса их детоксикации в агроценозе, оценка риска применения в различных почвенно-климатических зонах [6]. Особенно актуальны такие исследования для Лесостепи, поскольку, по данным литературы, агроценозы этой зоны склонны к накоплению остатков пестицидов [7]. Все вышеизложенное обусловило цель исследований, которая заключалась в оценке экологической опасности применения инсектицидов – PPPH для защиты черешни и сливы в Лесостепи Украины.

Объекты и методика исследований. Объектами исследования были: ингибиторы синтеза хитина (тефлубензурон, люфенурон, новалурон) и аналог ювенильного гормона (феноксикарб). Исследования проводили в лаборатории аналитической химии пестицидов Института защиты растений НААН Украины. Мелкоделяночные опыты (агроценозы черешневого и сливового садов) проведены в лесостепной зоне (Киевская область, опытное хозяйство «Новоселки»). Мониторинг осуществляли с использованием методов тонкослойной (ТСХ) и газожидкостной хроматографии (ГЖХ) по официальным и унифицированным в лаборатории методикам. Динамику детоксикации пестицидов изучали с помощью кинетических методов и компьютерного моделирования. Опасность применения пестицидов оценивали по степени опасности согласно семибальной шкале интегральной классификации [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Экотоксическое влияние пестицидов на агроценозы зависит от свойств соединений, нормы их расхода и почвенно-климатических условий. Многолетние исследования свидетельствуют о том, что свойства органических соединений (растворимость, персистентность, летучесть, наличие активных реакционных групп, токсичность) обусловлены их полярностью, которая характеризуется по величине дипольного момента молекулы (μ). Последний определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Установлено, что все исследуемые пестициды (табл.1) являются соединениями малополярными ($2 < \mu \leq 6$ Д). Это обусловило выбор оптимальных условий их определения. Методика систематического анализа РРРН в объектах агроценоза базируется на извлечении действующих веществ из пробы (листья, плоды, почва) хлороформом и дальнейшем определении методом ТСХ – при изучении динамики детоксикации или методом ГЖХ – при анализе урожая (ТСХ использовали как способ очистки). Сочетание ТСХ и ГЖХ дает возможность контролировать содержание пестицидов в плодовой продукции на уровне гигиенических нормативов (МДУ 0,1–0,01 мг/кг) [9].

Другим критерием экотоксикологической оценки препаратов является скорость их детоксикации – величина абсолютная постоянная и независимая от времени. По результатам исследований установлено, что деструкция пестицидов в объектах агроценоза происходит по экспоненциальной модели, согласно которой были рассчитаны константы скорости этого процесса для исследуемых инсектицидов (k) и периоды полураспада (T_{50} – время, за которое происходит уменьшение количества пестицида на 50%) и полного распада (T_{95} – время, за которое происходит уменьшение количества пестицидов на 95%), табл. 1.

Таблица 1 – Полярность инсектицидов – РРРН и показатели их детоксикации в объектах агроценоза

Пестицид	$\mu\pm 0,02, Д$	Черешня			Слива			Почва (серая лесная, содержание гумуса 2,2%, рН 5,6)		
		$k\pm 0,02$ суток ⁻¹	$T_{50\pm 0,2}$ суток	$T_{95\pm 1,0}$ суток	$k\pm 0,02$ суток ⁻¹	$T_{50\pm 0,2}$ суток	$T_{95\pm 1,0}$ суток	$k\pm 0,02$ суток ⁻¹	$T_{50\pm 0,2}$ суток	$T_{95\pm 1,0}$ суток
Феноксикарб	3,68	0,14/ 0,13	5,0/ 5,3	21,4/ 23,1	0,12/ 0,14	5,8/ 5,0	25,0/ 21,4	0,10	6,9	30,0
Тефлубензурон	3,70	0,13/ 0,13	5,3/ 5,3	23,1/ 23,1	0,12/ 0,15	5,8/ 4,6	25,0/ 20,0	0,11	6,3	27,3
Люфенурон	4,68	0,19/ 0,19	3,6/ 3,6	15,8/ 15,8	0,18/ 0,19	3,9/ 3,6	16,7/ 15,8	0,16	4,3	18,7
Новалурон	4,70	0,20/ 0,19	3,5/ 3,6	15,0/ 15,8	0,15/ 0,15	4,6/ 4,6	20,0/ 20,0	0,14	5,0	21,4

Примечания: 1. В числителе – показатели для плодов, в знаменателе – для листьев;
2. + – доверительный интервал при $P=0,95$ и $n=5$.

Эти показатели позволяют оценить интенсивность процесса детоксикации пестицидов в окружающей среде и определить их содержание в любой момент времени. Во всех объектах скорость детоксикации коррелирует с полярностью – как правило более полярные пестициды распадаются быстрее (коэффициент корреляции до 0,98 при $P=0,95$).

Период обнаружения пестицидов (время «жизни») является величиной относительной и зависит как от физико-химических свойств соединений, так и нормы их применения, от которой зависит начальное количество (исходный токсический потенциал) пестицида. В последующем уменьшение количества пестицидов происходит согласно константы скорости детоксикации. При почти одинаковой скорости детоксикации феноксикарба (норма расхода по действующему веществу 0,150 кг/га) и тефлубензурана (0,113 кг/га), их количество в плодах на уровне МДУ (0,01 мг/кг) обнаруживается соответственно на 26–30 и 23–25 сутки после последней обработки (в фазу завязи). Более полярные люфенурон и новалурон, норма применения которых в три раза меньше, распадаются быстрее и на уровне МДУ (для люфенурана не допускается при пределе обнаружения 0,05 мг/кг, для новалурана 0,1 мг/кг) обнаруживаются уже на 6–7 сутки после обработки. При

применении препарата Люфокс 105 ЕС к.э. норма расхода по действующим веществам меньше по сравнению с отдельными препаратами Инсегар 25WP, с.п. и Матч 050 ЕС, к.э. в среднем в 2 раза (табл. 2). В этом случае на уровне гигиенических нормативов феноксикарб и люфенурон обнаруживается на 5–6 сутки после обработки. В урожае остатки пестицидов не обнаружены.

Количество пестицидов, обнаруживаемое после последней обработки в листьях черешни и сливы, было в среднем в 10 раз больше, чем в плодах. Однако, до конца вегетационного периода происходит полная деструкция соединений и рассчитанное по экспоненциальной модели их количество составляет в среднем 10^{-6} – 10^{-11} % от обнаруженного исходного потенциала. Таким образом, листовая поверхность плодовых деревьев является одним из факторов очистки агроценоза.

В почве процессы деструкции для исследуемых пестицидов протекают в 1,2–1,4 раза медленнее, чем в листьях и плодах. Однако, количество тефлубензурана, люфенурана, новалурона в почве приштамбовой зоны даже на следующие сутки после обработки меньше ОДК (0,2; 0,1; 0,1 мг/кг соответственно). Количество феноксикарба, который имеет низкую ОДК (0,03 мг/кг), на уровне норматива обнаружено на 7 сутки.

Таблица 2 – Экотоксикологическая характеристика инсектицидов

Препарат, норма расхода (кг/га, л/га)	Действующее вещество, норма расхода (кг/га)	ЛД ₅₀ , мг/кг	Ка	КБ	Степень опасно- сти
Золон 35 к.э.; 2,80	фозалон 0,98	84–108	II	III	4
Сумитион 50% к.э.; 2,00	фенитротиион 1,00	330–470	II	IV	5
Данадим 400,к.э.; 2,00	диметоат 0,80	220	II	III	4
Актеллик 500ЕС,к.э.; 1,20	пиримифос-метил 0,60	2050	III	IV	6
Инсегар 25WP, с.п.; 0,60	феноксикарб 0,15	10000	IV	II	5
Номолт 15% к.с.; 0,75	тефлубензурон 0,113	< 5000	IV	II	5
Матч 050 ЕС, к.э.; 1,00	люфенурон 0,05	< 5000	IV	III	6
Римон 10, к.э.; 0,60	новалурон 0,06	2000	III	III	5
Люфокс 105 ЕС к.э.; 1,00	феноксикарб 0,075 + люфенурон 0,03	10000 +<5000	IV	II + III	5,3*

* Средневзвешенная степень опасности.

Полученные результаты использованы для определения степени опасности (C_0) исследуемых инсектицидов. По семибальной интегральной классификации, включающей токсиколого-гигиенические (K_a , основной критерий $ЛД_{50}$) и экотоксикологические (K_b , основной критерий T_{50}) характеристики, они являются соединениями умеренно опасными (C_0 5 баллов) и малоопасными (C_0 6 баллов).

Менее токсичные регуляторы роста и развития насекомых (Номлт 15% к.с.; Матч 050 ЕС, к.э.; Римон 10 к.э.; Инсегар 25WP, з.п., Люфокс 105 ЕС к.э.), эффективные с низкими нормами расхода (1,00–0,60 л/га по препаратам и 0,03–0,15 кг/га по действующим веществам), в меньшей степени загрязняют окружающую среду по сравнению с рекомендованными токсичными фосфорорганическими инсектицидами (Золон 35 к.э.; Сумитион 50% к.э.; Данадим 400, к.э., Актеллик 500ЕС к.э.). Нормы расхода последних составляют 1,20–2,80 л/га по препаратам и 0,60–1,00 кг/га по действующим веществам, что по сравнению с РРРН, в 2–3 раза больше по препаратам и в 2–30 раз по действующим веществам.

Выводы. Снизить экологический риск химической защиты плодового сада возможно при применении малополярных малотоксичных инсектицидов – регуляторов роста и развития насекомых, которые применяются с низкими нормами расхода (0,6–1,0 л/га), достаточно быстро распадаются в агроценозе (T_{95} 21,4–30,0 суток) и являются умеренно опасными (C_0 5) и малоопасными (C_0 6). Применение РРРН позволяет уменьшить нагрузку пестицидов на агроценоз и получить качественную плодовую продукцию.

Список литературы

1. Система захисту кісточкових культур від шкідників та хвороб у лісостеповій та степовій зонах України. / [Дрозда В.Ф., Лапа О.М., Розова Л.В., Наргорна Л.В.] – К., 2003. – 62 с.
2. Некоторые экологические аспекты защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / Скурят А.Ф., Кивачицкая М.М., Ешманская Б.Б. [и др.] // Эколого – экономические основы усовершенствования интегрированных систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков: тезы докл. науч.-практ. конф. – Минск: ПКФ «Экаунт», 1996. – Ч.2. – С. 137–138.
3. Куценко А.М. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве / А.М. Куценко, В.Н. Писаренко. – К.: Урожай, 1991. – 85 с.
4. Клечковський Ю.Е. Біологічне обґрунтування контролю чисельності обмежено поширених карантинних шкідників плодових насаджень на півдні України: автореф. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : 16.00.10 «Ентомологія»/ Ю.Е. Клечковський. – К., 2006. – 36 с.
5. Черній А.М. Біологічне обґрунтування застосування регуляторів життєдіяльності комах для обмеження їх чисельності: автореф. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : 16.00.10 «Ентомологія»/ А.М. Черній. – К., 2004. – 43 с.
6. Бублик Л.І. Екотоксикологічний моніторинг пестицидів в агроценозах / Бублик Л.І. // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття : матеріали Міжнар.

наук.-практ. конференції, 1–5 лист. 2004 р. – К. : Колобій, 2004. – С. 571– 580.

7. Злобін Ю.А. Основи екології / Злобін Ю.А. – К.: Лібра, 1998. – 178 с.

8. Панченко Т.П. Методи моніторингу та екотоксикологічний ризик застосування пестицидів в агроценозах плодових культур : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Т.П. Панченко. – К., 2006. – 20 с.

9. Панченко Т.П. Алгоритм систематичного аналізу різнополярних пестицидів в об'єктах агроценозу плодового саду / Т.П. Панченко, Л.І. Бублик, Л.Л. Гаврилюк // Захист і карантин рослин. – 2007. – №53. – С. 290–298.

T.P. Panchenko, L.N. Chervyakova, L.L. Gavrilyuk
Institute of plant protection of NAAS, Kiev, Ukraine

THE REGULATORS OF GROWTH AND DEVELOPMENT INSECTS FOR ECOLOGICALLY SAFE PROTECTION OF ORCHARD CROPS IN THE FOREST -STEPPE OF UKRAINE

Annotation. It is confirmed that the perspective through the ecologizing of chemical protection of orchard crops from pests is the use of selective preparations – regulators of growth and development of insects. Ecotoxicological assessment criteria defined for investigated pesticides: polarity, detoxication rate constant (k), the periods of half-lives (T_{50}) and full decay (T_{95}), degree of hazard.

Key words: regulators of growth and development of insects, compounds polarity, detoxication rate, degree of hazard, orchard's agrocenoses.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ПАУТИННЫХ КЛЕЩЕЙ (СЕМ. *TETRANYCHIDAE*) В ТЕПЛИЧНЫХ АГРОБИОЦЕНОЗАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

Аннотация. В статье представлены материалы по мониторингу акарологической ситуации в защищённом грунте Республики Беларусь. Представлен анализ структуры популяции тетраниховых клещей в посадках овощных и цветочно-декоративных культур, выращиваемых в тепличных хозяйствах республики. Показано, что доминирующим видом растительноядных клещей является обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch., который встречается повсеместно.

Ключевые слова: паутинные клещи, защищённый грунт, обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch., красный паутинный клещ *Tetranychus cinnabarinus* Boisд, численность, структура популяции.

Введение. Специфические условия микроклимата и общая экологическая обстановка, складывающиеся в условиях защищённого грунта, способствуют накоплению и распространению ряда вредных организмов, которые могут нанести экономический ущерб тепличному овощеводству [1].

Паутинные клещи (сем. *Tetranychidae* *Donnadieu*) одними из первых среди вредных членистоногих проникли в искусственно поддерживаемые экосистемы тепличных сооружений. Здесь они нашли благоприятные условия обитания: постоянное наличие кормовых растений, оптимальные режимы температуры и влажности, отсутствие естественных хищников и ливневых осадков [2, 3].

По данным Прищепы И.А. и др. (2010) в Беларуси в условиях защищённого грунта клещи представлены двумя видами: обыкновенным паутинным клещом *Tetranychus urticae* Koch. и морфологически, биотопически и трофически близким к нему красным паутинным клещом *Tetranychus cinnabarinus* Boisд [10]. В теплицах Российской Федерации по подсчётам разных авторов обнаружено 13 видов клещей разных семейств [9]. Эти вредители обладают высоким потенциалом воспроизводства, что обусловлено высокой плодовитостью, быстротой онтогенеза и

смены поколений. Условия теплиц, характеризующиеся высокой температурой (+30–35 °С) и влажностью (более 70%), являются особенно благоприятными для их массового размножения [2, 3].

Паутинные клещи повреждают все овощные культуры и декоративные культуры защищённого грунта. По типу вредоносности клещей относят к сосущим вредителям. При отсутствии защитных мероприятий тетраниховые клещи способны полностью уничтожить растения. Экономический ущерб при несоблюдении мер защиты растений от растительноядных клещей в виде потерь урожая может составлять от 40 до 80% [3, 7].

В связи с этим целью наших исследований было изучение распространённости и особенностей структуры популяции тетраниховых клещей в защищённом грунте Республики Беларусь.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в различных культуuroоборотах в ходе маршрутных обследований в 10 тепличных хозяйствах республики, выращивающих овощные и цветочно-декоративные культуры способом малообъёмной гидропоники на минеральной вате.

Объектами исследования служили природные популяции паутинных клещей, растения огурца, томата и роза.

Для учёта численности клещей на листьях растений использовали общепринятые методики [5].

При учёте вредителей, использовали методику подсчёта клещей на учётных площадках. В каждой теплице в 10 местах (учётных площадках) осматривали по 5 растений (всего 50). Расположение учётных площадок – равномерно по периметру теплицы и по центральному проходу. Для подсчёта растительноядных клещей использовали стереомикроскоп.

Для характеристики видовой структуры паутинного клеща определяли его среднюю численность.

При проведении акарологического обследований определяли общую заселённость растений по формуле:

$$P = (100 \times n) / N,$$

где P – общая заселённость, %; n – количество заселённых растений, шт.; N – общее количество растений в пробе, шт. [5].

Результаты и их обсуждение. Анализ акарологического материала, отобранного в период 2015–2016 гг. в тепличных хозяйствах республики, показал, что популяция тетраниховых клещей в посадках томата, огурца, баклажана, перца, розы представлена обыкновенным паутинным клещом *Tetranychus urticae*

Koch. При анализе морфологических признаков клещей установлено, что тело самки *T. urticae* овальное, длиной 0,51 мм, шириной 0,30 мм. Окраска молодых самок желтовато-серая с просвечивающими зелёно-черными пятнами. Окраска яйцекладущих самок – зеленовато-чёрная. Для самок во всех физиологических состояниях характерна равномерная сероватая окраска ходильных конечностей. Самец мельче (длина – 0,31 мм, ширина – до 6 мм), с суживающимся к заднему концу телом. Окраска желтовато-серая. Личинки и нимфы имеют желтовато-серый цвет тела. Установленные морфологические характеристики соответствуют приведённым в научной литературе [3, 4, 8, 11].

Результаты мониторинга в посадках огурца свидетельствуют о том, что обыкновенный паутинный клещ *T. urticae* в 2015 г. присутствовал во всех обследованных хозяйствах. Наблюдения показали одновременное присутствие в популяциях всех стадий онтогенеза фитофага (яйца, личинки, имаго). Установлено, что численность имаго варьировала от 8 до 28 особей/лист, личинок – от 5 до 18 особей/лист, яиц – 21 шт./лист (табл. 1).

Таблица 1 – Структура популяции обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. в зимне-весенний период вегетации растений огурца защищённого грунта (маршрутные обследования, 2015 г.)

Показатель	Витебская обл. (РУП «Весна-Энерго»)	Гомельская обл.				Брестская обл. (КУСП «Берестье»)	Минская обл. (КУП «Минская овощная фабрика»)
		КУСП «Восток»		КУСП «Тепличное»			
	Яни F_1	Атлет F_1	Карамболь F_1	Атлет F_1	Яни F_1	Мирабелл F_1	Яни F_1
Численность имаго паутинного клеща, экз./лист	20	28	26	8	11	22	10
Численность личинок паутинного клеща, экз./лист	12	18	14	5	6	8	8
Численность яиц паутинного клеща, экз./лист	24	35	42	15	10	12	11
Общая заселённость, %	36	67	62	25	27	35	15

В зависимости от тепличного хозяйства численность имаго *T. urticae* на огурце Атлет F_1 варьировала от 8 особей/лист при заселенности от 25% до 28 особей/лист при заселенности 67%. На огурце Карамболь F_1 заселенность достигала 62%, Яни F_1 – 36%.

Известно, что начало выхода *T. urticae* из мест зимовки приходится на период установления положительных температур. Массовый выход на растения начинается при температуре выше 18 °С. Клещи, выходя из мест зимовки, сразу приступают к питанию, и спустя 1–2 дня самки начинают откладывать яйца. Оптимальные условия для развития и размножения: температура +30 °С и влажность 45–55%. Развитие успешно продолжается и при более высокой температуре, но при этом смертность ювенильных особей может достигать 25% [2, 3]. Это согласуется с данными наших исследований. В летне-осенний период вегетации растений огурца защищённого грунта также наблюдали достаточно высокую численность фитофага (табл. 2).

Таблица 2 – Структура популяции обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. в летне-осенний период вегетации растений огурца защищённого грунта (маршрутные обследования, 2015 г.)

Показатель	Гродненская обл. (РУАП «Гродненская овощная фабрика»)		Витебская обл. (РУП «Весна-Энерго»)	Гомельская обл.		Брестская обл. (КУСП «Берестье»)	Минская обл. (КУП «Минская овощная фабрика»)
	Мира-белл F_1	Кураж F_1	Кураж F_1	Кураж F_1	Кураж F_1	Мира-белл F_1	Кураж F_1
Численность имаго паутинного клеща, экз./лист	17	13	24	16	12	12	18
Численность личинок паутинного клеща, экз./лист	11	8	14	10	10	9	13
Численность яиц паутинного клеща, экз./лист	21	12	38	24	22	17	20
Общая заселённость, %	35	20	52	68	32	18	22

Анализируя результаты акарологического мониторинга, отмечено, что численность имаго варьировала от 12 до 24 особей/лист, личинок – от 8 до 14 особей/лист. Средняя численность яиц *T. urticae* составила 22 шт./лист. Численность имаго *T. urticae* на огурце Кураж F_1 варьировала от 12 особей/лист при заселённости 32% до 24 особей/лист при заселённости 52%. На огурце Мирабелл F_1 заселённость достигала 35%.

В 2016 г. в условиях зимне-весеннего культурооборота огурца также наблюдали одновременное присутствие в популяциях всех стадий онтогенеза фитофага (яйца, личинки, имаго и диапазирующих самок). Установлено, что численность имаго варьировала от 3 до 9 особей/лист, личинок – от 2 до 7 особей/лист, средняя численность яиц *T. urticae* составила 9 шт./лист (табл. 3).

Численность диапазирующих самок варьировала от 4 до 9 особей/лист. На огурце Яни F_1 и Крамболь F_1 в трёх тепличных комбинатах Гродненской и Гомельской областях имаго не обнаружены. Это связано в первую очередь с поздней высадкой растений и низкой температурой в теплице. Общая заселённость растений обыкновенным паутинным клещом варьировала от 10 до 28%.

Таблица 3 – Структура популяции обыкновенного паутинового клеща *Tetranychus urticae* Koch. в зимне-весенний период вегетации растений огурца защищённого грунта (маршрутные обследования, 2016 г.)

Показатель	Гродненская обл. (РУАП «Гродненская овощная фабрика»)	Витебская обл. (РУП «Весна-Энерго»)	Гомельская обл.			
			КСУП «Восток»		КСУП «Тепличное»	КСУП «Мозырская овощная фабрика»
			Яни F_1	Яни F_1	Атлет F_1	Крамболь F_1
Численность диапазирующих самок, экз./лист	5	7	9	5	4	7
Численность имаго паутинового клеща, экз./лист	–	9	3	–	–	4
Численность личинок паутинового клеща, экз./лист	3	4	7	2	2	10
Численность яиц паутинового клеща, экз./лист	7	11	13	2	6	14
Общая заселённость, %	10	25	28	15	12	23

Таким образом, можно констатировать достаточно высокую заселенность огурца *T. urticae*.

По данным маршрутных обследований на растениях томата также наблюдали одновременное присутствие в популяциях всех стадий онтогенеза фитофага (яйца, личинки, имаго). Установлено, что численность имаго в летне-осенний период вегетации растений варьировала от 10 до 19 особей/лист, личинок – от 6 до 9 особей/лист, средняя численность яиц *T. urticae* составила 16 яиц/лист (табл. 4).

Самую высокую заселенность клещом наблюдали на томате Жеронимо F_1 – 55 %.

Появление *T. urticae* в посадках томата защищенного грунта обусловлено рядом факторов. Это, прежде всего, связано с фитосанитарным состоянием предшествующего культурооборота, качеством проводимых истребительных и профилактических мероприятий между оборотами, а также миграцией фитофага из естественной среды обитания. Обыкновенный паутинный клещ в меньшей степени повреждает томат, но процесс усыхания листьев идет быстрее, чем на огурце, признаки хлороза наблюдаются при сравнительно более низкой плотности клещей [6, 10, 12].

Так как обыкновенный паутинный клещ полифаг и может повреждать помимо овощных культур и цветочно-декоративные растения, нами были проведены маршрутные обследования растений розы, выращиваемой способом малообъемной гидропоники на минераловатном субстрате в ПКУП «Коммунальник» Брестской области. Как и ранее в наших исследованиях наблюдали присутствие всех стадий онтогенеза вредителя (яйца, личинки, имаго). Установлено, что численность имаго в 2015 г. составила 16 особей/лист, в 2016 г. – 27 особей/лист (табл. 5).

Таблица 4 – Структура популяции обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. в летне-осенний период вегетации растений томата защищенного грунта (маршрутные обследования, 2015 г.)

Показатель	Гродненская обл. (Гродно «Азот»)	Витебская обл. (РУП «Весна-Энерго»)		Брестская обл. (КУСП «Берестье»)
	Тореро F_1	Тореро F_1	Жеронимо F_1	Тореро F_1
Численность имаго паутинного клеща, экз./лист	14	10	19	10
Численность личинок паутинного клеща, экз./лист	9	6	7	7
Численность яиц паутинного клеща, экз./лист	18	16	18	14
Общая заселенность, %	47	30	55	24

Таблица 5 – Структура популяции обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. в посадках розы защищённого грунта (ПКУП «Коммунальник, 2015–2016 гг.)

Показатель	Дата учета	
	05.03.2015	10.03.2016
Численность имаго паутинного клеща, экз./лист	16	27
Численность личинок паутинного клеща, экз./лист	19	16
Численность яиц паутинного клеща, экз./лист	24	31
Общая заселенность, %	52	85

Общая заселенность растений обыкновенным паутинным клещом была достаточно высокая и составила в 2015 г. – 52%, в 2016 г. – 85%. Это связано с тем, что выращивание розы способом малообъемной гидропоники на минеральной вате является многолетним. В связи с этим, паутинный клещ присутствует круглогодично, истребительные и профилактические дают низкий эффект в связи с ограниченным ассортиментом разрешенных акарицидов и быстрым формированием резистентности у фитофага.

За период проведения исследований в 2016 г. в тепличном комбинате Смолевичского района Минской области СУП «Озерицкий–Агро» на огурце Картео F_1 был обнаружен красный паутинный клещ *Tetranychus cinnabarinus* Voisd. Идентификация вредителя показала соответствие морфологических характеристик данного фитофага, приведенным в «Определителе вредных и полезных насекомых и клещей сельскохозяйственных культур» [8].

Тело зрелой самки *T. cinnabarinus* вальковатое; длина 0,40 мм, ширина 0,25 мм. Окраска изменяется в зависимости от возраста. Молодые самки зеленовато-бурые, яйцекладущие – желтовато-серые. Самец мельче самки. Короткое тело треугольно сужается к заднему концу. Окраска желтовато-сероватая с темными пятнами. Лапки и голень I пары ног розоватые. [2, 3].

Как указывают Ахатов А.К., Ижевский С.С. (2004), а также Мешков Ю.И. (2013) главной отличительной особенностью красного клеща от обыкновенного паутинного клеща является окраска яиц. У *T. cinnabarinus* яйцо сферической формы; только что отложенное – прозрачно-беловатое, в дальнейшем – розоватое. По мере развития зародыша приобретает более яркий оттенок. А у *T. urticae* яйцо также сферической формы. В течение первых

суток бесцветное. Позже, по мере развития зародыша мутнеет и приобретает жемчужный оттенок [3, 9]. В наших исследованиях указанные особенности были чётко выражены.

Заключение. В защищённом грунте Республики Беларусь доминирующим видом растительноядных клещей является обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch. В обследованных тепличных хозяйствах республики наблюдали его повсеместное присутствие. Также было отмечено присутствие красного паутинного клеща *Tetranychus cinnabarinus* Boisid в тепличном комбинате Смолевичского района Минской области СУП «Озеричский-Агро» на огурце Картео F_1 .

По результатам фитосанитарного мониторинга можно констатировать достаточно высокую заселённость культур *T. urticae* – от 10 до 85% – и одновременное присутствие в популяциях всех стадий онтогенеза фитофага (яйца, личинки, имаго).

Заселённость растений фитофагом зависит от ряда факторов:

– от возделываемых гибридов: бугорчатые гибриды огурца (Атлет F_1 , Карамболь F_1 , Кураж F_1) в большей степени заселяются клещом по сравнению с гладкоплодными (Яни F_1);

– от культурооборота: в летне-осенний период вегетации растений численность вредителя выше, благодаря более благоприятным условиям для его развития.

Варьирование численности обыкновенного паутинного клеща связано с достаточно благоприятными условиями для развития фитофага. Ограниченный ассортимент рекомендованных акарицидов, быстрое формирование резистентности у фитофага, специфичность культур защищённого грунта требует оптимизации защитных мероприятий с использованием эффективных и экологически безопасных средств биологического контроля.

Список литературы

1. Аутко, А.М. Овощеводство защищённого грунта/ А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Минск: ВЭВЭР, 2006. – 320 с.
2. Ахатов, А.К. Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба)/ А.К. Ахатов, С.С. Ижевский// Товарищество научных изданий КМК. Москва., 2004. – 400 с.
3. Ахатов, А.К. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей/ А.К. Ахатов, С.С. Ижевский// Товарищество научных изданий КМК. Москва., 2004. – 307 с.
4. Березко, О. М. Паутинные клещи в теплицах и меры борьбы с ними/ О.М. Березко, М.Н. Березко// Земляробства і ахова раслін : Навукова-вытворчы часопіс. – 2004. – N3. – С. 21–22
5. Бондаренко, Н.В. Вредители овощных культур в парниках и теплицах /Н.В. Бондаренко – М.: Сельхозгиз. – 1953. – 116 с.

6. Долматов, Д.А. Роль инсектицида Актара в ограничении вредоносности фитофагов овощных культур защищённого грунта/ Д.А. Долматов, И.А. Прищепа, И.И. Костюкевич// Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 2. – С. 66–70.
7. Ильиницкая, В.И. Обыкновенный паутинный клещ и его естественные враги/ В.И. Ильиницкая// Овощеводство. – 2008. – №3. – с.10–14.
8. Копанева, Л.М. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей сельскохозяйственных культур/ Сост. Л.М. Копанева. – Колос. Ленинград., 1981. – 272 с.
9. Мешков, Ю.И. Способы применения хищного клеща Фитосейуллуса: тактика и стратегия/ Ю.И. Мешков // Теплицы России. – 2013. – № 2. – С. 54–57.
10. Прищепа, И.А. Защита огурца в защищённом грунте от вредителей и болезней при интенсивной технологии возделывания культуры/ И.А. Прищепа, Д.А. Долматов, А.Н. Толопило// Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 3 – С. 49–53.
11. Савчук, Р.Н. Паутинный клещ и его биологический контроль/ Р.Н. Савчук, А.П. Бурковский// Настоящий хозяин. – 2011. – № 4. – С. 10–14.
12. Ткаленко, Г.М. Шкідливий ентомокомплекс овочевих культур у закритому ґрунті / Г.М. Ткаленко// Карантин і захист рослин. – 2013. – № 4. – С. 10–12

S.Y. Radevich

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

POPULATION STRUCTURE OF SPIDER MITES (FAM. TETRANYCHIDAE) UNDER GREENHOUSE AGROBIOCENOSIS THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The materials on acarological situation monitoring in the protected ground of the Republic of Belarus are presented. The analysis of *Tetranychus* mites population structure in vegetable and flower-decorative crops cultivated in greenhouse farms of the Republic is stated. It is shown that the dominant species of herbivorous mites is a twospotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch., which is meet everywhere.

Key words: spider mites, protected ground, common spider mite, *Tetranychus urticae* Koch., red spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Boisid, number, population structure.

С.И. Романовский

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ ТРИПСА ТАБАЧНОГО *THRIPS TABACI* LIND. НА КУЛЬТУРЕ ОГУРЦА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Рецензент: канд. биол. наук Юзефович Е.К.

Аннотация. Проведена сравнительная оценка эффективности инсектицидов различной химической природы – Актеллика, КЭ (пиримифос-метил 500 г/л) и Мовенто, КС (спиротетрамат 100 г/л) в ограничении численности трипса табачного *Thrips tabaci* Lind. Показана зависимость эффективности препаратов от исходной численности фитофага, концентрации и кратности обработок. Установлено, что биологическая эффективность препарата Мовенто, КС в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/г в контроле численности трипса табачного составляет 75,7–93,2%, Актеллика, КС (3,0 л/га) – 71,7%. Отмечено, что применение изученных препаратов необходимо начинать с момента обнаружения первых особей фитофага. Высокий защитный эффект данных инсектицидов позволяет рекомендовать их чередование в технологиях защиты культуры для ограничения численности популяции трипса табачного и снижения риска возникновения резистентности у фитофага.

Ключевые слова: фитофаги, трипс табачный, инсектициды, биологическая эффективность, огурец защищенного грунта.

Введение. Многолетний опыт возделывания культуры огурца в условиях защищенного грунта убедительно свидетельствует о том, что вредители наряду с болезнями являются серьезным фактором, ограничивающим полноту реализации биологического потенциала растений, способствуя сокращению урожаев и снижению качества товарной продукции. Благоприятные гидротермические условия теплиц, ограниченный набор гибридов, отсутствие биоценологических регуляторов численности фитофагов, а также нарушение технологии выращивания способствуют раннему появлению и быстрому нарастанию плотности популяций вредителей в посадках культуры [6]. Известно, что длительное присутствие на растениях огурца комплекса вредителей способствует развитию вирусных, грибных и бактериальных болезней, что в результате приводит к полной гибели растений [1].

К числу наиболее распространенных и вредоносных видов фитофагов в посадках огурца в производственных теплицах

Республики Беларусь относят трипса табачного (*Thrips tabaci* Lind.) [3]. Повреждения, вызываемые фитофагом, значительно ухудшают ассимиляционную функцию, а продолжительное питание, как правило, приводит к деформации листовой пластины, а также сокращению продуктивности растений. Таким образом, своевременное проведение защитных мероприятий является неотъемлемым технологическим звеном в посадках огурца защищенного грунта.

Начиная с 70-х годов прошлого столетия, интенсивное применение большого количества инсектицидов способствовало образованию первичных признаков устойчивости фитофагов в теплице, что является актуальной проблемой на современном этапе развития овощеводства защищенного грунта. На протяжении вегетационного периода выращивания тепличного огурца, особенно в условиях летне-осеннего культурооборота, где отмечается отсутствие периода экологического вакуума, проводят регулярные химические обработки, причем, с постепенным сокращением интервала между ними. Нередко к концу оборота применение инсектицидов становится еженедельным и, в основном, в виде баковых смесей, что приводит к загрязнению товарной продукции и агроценозов теплиц, ухудшению санитарно-гигиенических условий производства, интенсивному формированию резистентных популяций фитофагов [7].

Проведение защитных мероприятий против трипсов зачастую имеет невысокую эффективность в связи с тем, что не учитываются биологические особенности вида. Так, на эмбриональной и предимагинальных стадиях развития (пронимфа, нимфа) особи табачного трипса не питаются и ведут скрытый образ жизни, что помогает им избежать химических обработок [4]. Наличие данных проблем наряду с другими создают предпосылки для непрерывного усовершенствования и оптимизации фитосанитарных мероприятий в защищенном грунте.

В настоящее время социальные требования к растениеводству защищенного грунта предельно регламентируют ассортимент средств и методов, используемых при проведении фитосанитарных мероприятий, и все более ориентируют на стратегию развития экологически безопасной защиты растений, в том числе и биологической [4]. Таким образом, наряду с интеграцией и широким использованием микробиологических средств и энтомофагов в защите тепличного огурца от вредителей, крайне важным является разработка и внедрение в систему современных инсектицидов, обладающих безопасной формуляцией, селективными

свойствами по отношению к полезным насекомым, а также совместимых с биологическим методом защиты.

Учитывая данные требования, наряду с используемым в тепличном овощеводстве инсектицидом Актеллик, КС, весьма перспективным для применения в посадках огурца защищенного грунта против трипса табачного является новый препарат Мовенто, КС. Уникальное действующее вещество – спиротетрамат – относящееся к классу производных тетрановых кислот (кетознолов), воздействует одновременно по двум важнейшим системам транспорта в растении (флоэма и ксилема) и, попадая в области нового роста, достигает фитофагов, находящихся в труднодоступных и скрытых местах, способствует нарушению репродуктивной функции у самок, а также характеризуется относительной безопасностью для энтомофагов.

В связи с этим, целью наших исследований была оценка влияния инсектицидов различной химической природы на ограничение численности популяции трипса табачного при выращивании огурца в условиях малообъемной гидропоники в защищенном грунте.

Условия и методика проведения исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2014–2015 гг. в теплицах агрокомбината СУП «Озерицкий-Агро» Смоленвичского района Минской области. В опытах использовали гибриды огурца Мирабелл F_1 (2014 г.) и Яни F_1 (2015 г.), выращиваемых способом малообъемной гидропоники на кокосовом субстрате 1-го года пользования.

Гидротермические условия при проведении опытов соответствовали технологическим требованиям агротехники культуры: температура воздуха в теплице – 20–25 °С в дневное время и 18–20 °С в ночное время; относительная влажность воздуха 65–70 %. Густота посадки – 25000 растений/га. Вид опыта – полевой, расположение делянок – рендомизированное. Площадь опытной делянки – 10 м², повторность – 4-кратная.

В исследованиях использовали препараты различных химических классов: Актеллик, КЭ (пиримифос-метил 500 г/л) и Мовенто, КС (спиротетрамат 100 г/л). Препарат Актеллик, КЭ применяли в норме расхода 3,0 л/га, двукратно с интервалом 7 суток [2]. Препарат Мовенто, КС использовали в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га путем 2- и 3-кратного опрыскивания растений с интервалом между обработками 7–14 дней. Норма расхода рабочей жидкости составляла 1000 л/га.

Сроки применения средств защиты и даты проведения учетов приведены в таблицах 1 и 2.

Растения опрыскивали в период интенсивного роста и плодоношения при появлении первых особей трипса табачного.

Учет численности трипса табачного проводили согласно общепринятой методике, рекомендованной для проведения испытаний инсектицидов [5]. Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по формуле Хендерсона и Тилтона [5], учитывающей изменения численности, как в опытном, так и контрольном вариантах:

$$БЭ = 100 \times (1 - T_a \times C_{\text{в}} / T_{\text{в}} \times C_a),$$

где БЭ – эффективность, выраженная в % снижения численности вредителя с поправкой на контроль; $T_{\text{в}}$ – число живых особей перед обработкой в опыте, особей; T_a – число живых особей после обработки в опыте, особей; $C_{\text{в}}$ – число живых особей в контроле перед обработкой, особей; C_a – число живых особей в контроле после обработки, особей.

Результаты исследований и их обсуждение. Трипс табачный представляет высокую опасность для растений огурца при проникновении в закрытые культивационные сооружения. В период вегетационного сезона 2014 года в зимне-весеннем культурообороте первые особи фитофага были обнаружены в начале мая. Плотность популяции фитофага на дату проведения обработки инсектицидами (30.05.2014) составила 4,0-7,9 особей/лист (табл. 1).

Биологическая эффективность Актеллика, КЭ на 3-и сутки после обработки составила 40,3% и в дальнейшем, несмотря на повторное применение препарата, эффективность снижалась. Однократной обработкой растений огурца инсектицидом Мовенто, КС в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га было недостаточно для подавления популяции трипса табачного с учетом полученной биологической эффективности на 7-е сутки – 49,5% и 43,2% соответственно. После повторной обработки отмечено повышение эффекта ограничения численности фитофага и пролонгированное защитное действие препарата. Мовенто, КС в норме расхода 0,8 л/га снижал численность популяции вредителя на 14-е сутки на 80,3%, в норме расхода 1,0 л/га – на 82,7%. В варианте с применением препарата Актеллик, КЭ отмечали тенденцию роста численности трипса табачного и снижение эффективности инсектицида до 13,3% на 14-е сутки.

Численность популяции трипса табачного в посадках огурца изменялась не последовательно, а варьировала, что обусловлено миграцией насекомых от одного растения к другому с прилегающей к опытному участку территории, при этом плотность фитофага в контроле всегда превышала аналогичный показатель, отмеченный в вариантах с применением инсектицидов.

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов против трипса табачного на культуре огурца Мирабелл F₁ зимне-весеннего культурооборота (полевой опыт, СУП «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области, 2014 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Численность личинок и имаго, особей/лист		Биологическая эффективность, % на сутки после обработки				
		до 1-й обработки	до 2-й обработки	1-й обработки		2-й обработки		
				3	7	3	7	14
Контроль	–	7,9	12,1	9,6*	12,1*	12,8*	13,6*	13,9*
Актеллик, КЭ	3,0	4,0	6,9	40,3	20,0	29,0	15,7	13,3
Мовенто, КС	0,8	7,5	5,8	22,1	49,5	52,2	79,8	80,3
Мовенто, КС	1,0	4,6	4,0	44,5	43,2	57,0	64,6	82,7

Примечание – 1.* В контроле – численность, особей/лист; 2. 1-я обработка проведена 30.05.2014 г.; 3. 2-я обработка проведена 06.06. 2014 г.

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов против трипса табачного на культуре огурца Яни F₁ зимне-весеннего культурооборота (полевой опыт, СУП «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области, , 2015 г.)

Варианта	Норма расхода (л/га)	Численность личинок, и имаго, особей/лист			Биологическая эффективность, % на дату учета						
		до 1-й обр.	до 2-й обр.	до 3-й обр.	1-й обработки		2-й обработки			3-й обработки	
					3	7	3	7	14	3	7
Контроль	-	3,3	6,6	11,0	5,6*	6,6*	6,8*	7,0*	11,0*	14,9*	16,7*
Актеллик, КЭ	3,0	2,4	1,8	2,8	58,2	62,5	71,7	56,8	65,0	–	–
Мовенто, КС	0,8	1,8	0,9	2,1	57,4	75,0	75,7	55,5	65,0	70,9	61,8
Мовенто, КС	1,0	2,8	1,0	1,6	87,4	82,1	86,1	73,1	82,8	93,2	80,4

Примечание – 1.* В варианте без обработки – численность, особей/лист; 2. 1-я обработка проведена 27.04.2015 г.; 3. 2-я обработка проведена 04.05.2015 г. 4. 3-я обработка проведена 18.05.2015 г.

По результатам регулярных фитосанитарных обследований, проведенных в 2015 г., появление имаго табачного трипса в посадках огурца зимне-весеннего культурооборота отмечено в I декаде апреля. В дальнейшем наблюдали постоянное накопление вредителя в биоценозе культуры. Так, при проведении первой обработки (27.04.2015 г.) расселение фитофага в теплице имело очажный характер, а популяция вредителя была представлена имагинальной стадией и личинками 1 и 2 возрастов. Средняя численность особей трипса табачного в вариантах опыта варьировала от 1,8 до 3,3 особей/лист.

Необходимо отметить, что однократное опрыскивание посадок огурца препаратом Мовенто, КС в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га в 2015 г. способствовало получению наиболее высоких показателей биологической эффективности в сравнении с результатами, полученными в аналогичный период проведения исследований в 2014 г., что обусловлено более низкой исходной численностью популяции фитофага в вариантах до обработки: 4,0–7,9 особей/лист в 2014 г. и 1,8–3,3 особей/лист в 2015 г.

Установлено, что опрыскивание растений препаратом Мовенто, КС в норме расхода 0,8 л/га привело к сокращению численности личинок и имаго трипсов на 7-е сутки на 75,0%, что на 25,5% выше показателя, полученного в 2014 г. Применение инсектицида в норме расхода 1,0 л/га на 3-и сутки после обработки также обеспечило высокий уровень биологической эффективности – 87,4% в то время как аналогичный показатель в опыте 2014 г. составил 44,5%. В дальнейшем сложились оптимальные гидротермические условия (температура +25–30 °С, относительная влажность 80–85%), что обусловило активное развитие вредителей в теплице и снижение биологической эффективности на 5,3% (до 82,1%). Применение препарата Актеллик, КЭ способствовало снижению популяции вредителя на 7-е сутки после однократного опрыскивания посадок тепличного огурца до 62,5%. В контроле численность фитофага в данный период (27.04–04.05) возросла в среднем до 6,6 особей/лист. Уже при таком заселении наблюдали распределение популяции фитофага по растению, а также образование некротических пятен на верхней стороне листовой пластины и пожелтение листьев растений.

В результате наблюдений за формированием популяции трипса табачного наиболее высокие показатели биологической эффективности во всех вариантах опыта были получены уже на 3-и сутки после двукратного опрыскивания посадок огурца инсектицидами, так как предшествующая обработка позволила существенно сократить численность особей фитофага по отношению к контролю, где отмечалась тенденция непрерывного увеличения численности фитофага. Так, гибель имаго и личинок вредителей от применения препарата Мовенто, КС с нормой расхода 0,8 л/га составила 75,7%, и была несколько выше, чем в варианте с препаратом Актеллик, КЭ (71,7%). В варианте с нормой расхода Мовенто, КС 1,0 л/га численность взрослых особей и личинок трипсов сократилась на 86,1%. Биологическая эффективность препарата в данной норме

расхода на 7 и 14-е сутки составила 73,1% и 82,8% соответственно, что свидетельствует о пролонгированном действии препарата. На 14-е сутки после двукратного опрыскивания посадок огурца инсектицидом Мовенто, КС в норме расхода 0,8 л/га данный показатель составил 65,0% и находился на уровне препарата Актеллик, КЭ (табл. 2).

Расхождение в сроках начала проведения защитных мероприятий в 2014 и 2015 гг. можно охарактеризовать разностью гидротермических условий тепличных агроценозов, а также их непосредственным влиянием на формирование популяций фитофагов в посадках культуры и продолжительность действия инсектицида Актеллик, КЭ, что могло повлиять на колебание показателя биологической эффективности данного препарата в разные годы.

Необходимо отметить, что резкое увеличение средней численности особей фитофага в 1,6 раза в контроле на 14-е сутки учетов после двукратной обработки способствовало получению более высоких результатов эффективности изучаемых инсектицидов в аналогичный период в сравнении с показателями, установленными на 7-й день проведения исследований, что определено несущественным накоплением особей табачного трипса в вариантах с применением препаратов Мовенто, КС и Актеллик, КЭ в данный период и обусловлено высоким пролонгирующим действием инсектицидов.

Биологическая эффективность в результате трехкратного применения препарата Мовенто, КС в норме расхода 0,8 л/га на 3-и сутки достигала 70,9%, на 7-е сутки находилась на уровне 61,8%. Опрыскивание посадок огурца данным инсектицидом в норме расхода 1,0 л/га способствовало получению биологической эффективности препарата на 3-и и 7-е сутки после трехкратной обработки – 93,2% и 80,4% соответственно. Численность фитофага в контроле всегда превышала аналогичный показатель в вариантах с применением инсектицидов и увеличилась за период исследований в 5 раз (до 16,7 особей/лист).

Заключение. В результате проведенных исследований нами были получены высокие показатели биологической эффективности препарата Мовенто, КС против табачного трипса (*Thrips tabaci* Lind.) на культуре огурца защищенного грунта, что обусловлено характерными системными и кишечно-контактными свойствами инсектицида в отношении сосущих вредителей. Согласно полученным в 2014 г. данным, биологическая эффективность изучаемого препарата в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га на 14-е сутки после двукратной обработки против особей табачного трипса

достигала 80,3% и 82,7%. В 2015 г. в результате трехкратного применения Мовенто, КС с интервалом 7 дней в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га популяция табачного трипса в посадка огурца сократилась на 75,7% и 93,2% соответственно.

Показатели биологической эффективности инсектицида Мовенто, КС на протяжении периода исследований превышали эффективность препарата Актеллик, КЭ (3,0 л/га). Согласно результатам исследований высокая активность препаратов Актеллик, КЭ (3,0 л/га) и Мовенто, КС (0,8 л/га) в контроле популяции трипса табачного на культуре огурца защищенного грунта отмечалась после двукратного опрыскивания растений, однако применение Мовенто, КС в норме расхода 1,0 л/га в опыте 2015 г. способствовало получению биологической эффективности на уровне 87,4% уже на 3-и сутки после первой обработки.

Основываясь на полученных в результате проведенных исследований данных по биологической эффективности инсектицидов Мовенто, КС и Актеллик, КЭ в защите посадок тепличного огурца против трипса табачного, необходимо отметить, что обработки данными препаратами (с кратностью не менее 2) целесообразно начинать при начальном заселении растений вредителем. Высокий защитный эффект изученных препаратов позволяет рекомендовать их чередование в технологиях защиты культуры для ограничения численности популяции трипса табачного и снижения риска возникновения резистентности у фитофага.

Список литературы

1. Ахатов, А. К. Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба) / А.К. Ахатов [и др.]; под ред. А. К. Ахатова, С. С. Ижевского. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 307 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / авт.-сост. Л. В. Плешко [и др.]. Минск, 2014. 628 с.
3. Кажарский, В. И. Эффективность совместного применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) с инсектицидами на культуре огурца защищенного грунта / В. И. Кажарский, И. А. Прищепа // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 99–105.
4. Мунтян, Е. М. Чувствительность тепличных популяций трипсов к инсектицидам / Е.М. Мунтян, М. Г. Батко // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 5–8 июля 2011) / РУП «Науч. практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2011. – С. 888–890.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; под ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж, 2009. – 320 с.
6. Павлюшин, В. А. Использование энтомофагов в биологической защите растений в теплицах России / В. А. Павлюшин [и др.] // Труды Русского энтомологического общества. – СПб. – 2001. – Т. 72. – С. 16–31.

7. Трусевич, А. В. Система защитных мероприятий как элемент технологии выращивания овощных культур в закрытом грунте / А. В. Трусевич [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. № 3. С. 68–70.

S.I. Romanovskiy

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

OPTIMIZATION OF CHEMICAL CONTROL OF NUMBER OF TRIPS OF TOBACCO *THRIPS TABACI* LIND. ON CULTURE OF THE CUCUMBER OF THE PROTECTED SOIL

Annotation. The comparative assessment of efficiency of insecticides of various chemical nature – Actellic, EC (pirimiphos-methyl 500 g/l) and Movento, SC (spirotetramat 100 g/l) in restriction of number of thrips tobacco is carried out. Dependence of efficiency of preparations on the initial number of a phytophage, concentration and frequency rate of treatment is shown. It is established that biological efficiency of preparation Movento, SC in consumption rates 0,8 and 1,0 l/ha in control of number of trips tobacco has made 75,7–93,2%, Actellic, EC (3,0 l/ha) – 71,7%. It is noted that application of the studied preparations needs to be begun with the moment of detection of the first individuals of a phytophage. The high protective effect of these insecticides allows to recommend their alternation in technologies of crop protection for restriction of number of thrips tobacco population and decrease in risk of emergence of phytophage resistance.

Key words: phytophages, *Thrips tabaci* Lind., insecticides, biological efficiency, a cucumber, the protected soil.

Д.П. Середняк, В.П. Федоренко

Институт защиты растений НААН Украины, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ФУМИГАЦИИ ПРОТИВ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ

Рецензент: канд. с.-х. наук Козич И.А.

Аннотация. Исследованы режимы фумигации против основных вредителей хлебных запасов. Определены необходимые летальные нормы фумигации фосфином против наиболее распространенных вредителей хлебных запасов. Определена чувствительность насекомых к фумиганту в зависимости от их видового состава. .

Ключевые слова. динамика концентрации, летальные нормы ПСКВ, препараты на основе фосфина, вредители хлебных запасов.

Введение. Эффективным способом защиты хлебных запасов от вредителей является фумигация. Однако, в связи с тем, что согласно решению участников Четвертой конференции Монреальского Протокола, распространенный фумигант бромистый метил был запрещен во многих странах мира [1], возникла необходимость поиска и детального исследования альтернативных фумигантных пестицидов.

Альтернативным фумигантом, который официально зарегистрирован и достаточно массово используется против вредителей хлебных запасов, является фосфин. Большинство препаратов на основе фосфина содержат компоненты в сочетании фосфора и магния или фосфора и алюминия, которые вступая в химическую реакцию с влагой воздуха, выделяют фосфористый водород. Однако, на сегодняшний день не достаточно полно изучены вопросы экологической безопасности его использования хотя он благодаря диффузным свойствам является более эффективным пенетратором чем бромметил [2].

При проведении фумигационных работ особое внимание обращают на показатели температуры и влажности среды при использовании фумиганта, однако не менее важным является определение летальных норм в ПСКВ и определение летальных норм в период диапаузирования насекомых [3].

При благоприятных для вредителей условиях развития, летальные нормы фумигации зависят преимущественно от температуры и

экспозиции. Эффективность фумигации достигается при меньшей экспозиции при условии соблюдения необходимых параметров температуры и влажности воздуха рабочей зоны [4].

Следует отметить, что токсическое действие фумигантов на вредные организмы, исследовали благодаря процессу их смешивания с другими действующими веществами для достижения синергетического эффекта. Преимущественно, такие исследования проводились с использованием смесей фосфина с углекислым газом и бромметилом [5, 6].

Перспективными оказались смеси фумигантов с инертными газообразными веществами, прежде всего с углекислотой [7].

Методика исследований. Применение фумиганта, осуществляли в соответствии с методикой использования и применения пестицидов и выявления вредителей хлебных запасов и определения степени зараженности зерна [8, 9].

Пробы анализировали на наличие вредных организмов, их видового состава и степени зараженности. Опыты проводились на наиболее распространенных вредителях хлебных запасов, в частности: рисовом (*Sitophilus oryzae* L.), и амбарном (*Sitophilus granarius* L.) долгоносиках, малом мучном хрущаче (*Tribolium confusum* Duv.). Из препаратов на основе фосфина использовали: фостоксин (фосфид алюминия), производитель препарата ф. ДегешГмбХ, Германия. Повторность опытов трехкратная, в каждом повторении использовали по 30 насекомых. Контролем были нефумигированные биоиндикаторы, которые хранились в тех же условиях.

Режимы обеззараживания проводились в соответствии с требованиями заключения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы на препарат, а также в соответствии с рекомендованными нормами использования препарата по действующему перечню пестицидов и агрохимикатов. С целью определения эффективных летальных норм и особенностей токсического действия фосфина против основных (доминантных) видов вредных насекомых, мы использовали режимы с различными температурными параметрами и экспозицией. Температурные интервалы были такие: № 1 – 8–11 °С; № 2 – 12–15 °С; № 3 – 16–20 °С.

Результаты исследований. Установлено, что показатели динамики концентрации фосфина зависели от температурных режимов фумигации. Летальные нормы в одинаковых условиях применения, также были различными при достижении определенных показателей произведения средней концентрации на время

(ПСКВ), по видовому составу вредителей. Также, определялась зависимость концентрации от экспозиции при соответствующих температурных условиях и влажности воздуха рабочей зоны. Было установлено, что суммарная величина ПСКВ_Σ имеет различные показатели в зависимости от температурных показателей и влажности воздуха в емкостях, а также культуры зерновых, которая подлежит фумигации за определенный интервал экспозиции. При проведении фумигации по режиму №1 в карантинном обеззараживании, как правило, используют длительные экспозиции, в частности от 96 до 144 суток. Герметичность помещений или емкостей существенно отличается между собой, поэтому контроль показателей концентрации фосфина является очень важным.

Для складских помещений напольного хранения по режиму №1 было установлено, что суммарная величина ПСКВ_Σ после 96 часов экспозиции достигла 69,77 часограммов. Наибольший показатель концентрации (650 ррм или 910 мл/м³) был определен на четвертом интервале экспозиции. Следует отметить, что при таком температурном режиме в складских помещениях, относительная влажность воздуха может иметь высокие показатели более 70–85%, что существенно влияет на динамику концентрации фосфина. В некоторой степени такая влажность непосредственно влияет на быстрое разложение таблетированной формы фумиганта, что необходимо учитывать в карантинном обеззараживании.

Таким образом, на первом интервале экспозиции при концентрации в 280 ррм или 392 мл/м³ суммарная величина ПСКВ_Σ составила 2,3 ч-г/м³. В течение второго и третьего интервала экспозиции, суммарный показатель ПСКВ_Σ составлял 31 ч-г/м³. На последнем интервале экспозиции, суммарная величина произведения концентрации на время ПСКВ_Σ составляла уже более 69,7 ч-г/м³, однако динамика концентрации фосфина на данном интервале экспозиции существенно менялась. При достижении суммарной величины ПСКВ_Σ с показателем более 30 ч-г/м³, эффективность фумигации по вышеуказанным интервалам: 12, 24, 48, 72, 96 часов составляла после 72 часов экспозиции 28,2 ч-г/м³. Пик концентрации был определен на втором интервале, показатель которой составлял 450 ррм или 630 мл/м³.

На первом интервале экспозиции при концентрации в 200 ррм или 280 мл/м³ суммарная величина ПСКВ_Σ составляла 1,7 ч-г/м³. В течение второго и третьего интервала экспозиции, суммарный показатель ПСКВ_Σ составлял 19,8 ч-г/м³. На заключительном интервале экспозиции, суммарная величина произведения концентрации на

время составляла уже более 28 ч-г/м³. Дополнительные измерения концентрации фосфина позволили определить потери вещества именно в участках размещения транспортной ленты под основанием пола, что обусловило существенные потери концентрации уже на третьем интервале экспозиции.

Учитывая факт наличия насекомых в живом состоянии при достижении 19,8 часограммов, с целью более детального изучения необходимых летальных норм по действующему веществу РН₃, мы проводили дальнейший осмотр садков с данными биоиндикаторами на предмет их наличия в живом состоянии с интервалом в 60 мин.

На первом интервале экспозиции при достижении ПСКВ_Σ более 1,7 ч-г/м³, количество вредителей в живом состоянии было неизменным. Однако, на втором интервале экспозиции при увеличении показателей до 7,2 ч-г/м³ количество вредителей составило 29 особей. На четвертом интервале экспозиции при достижении 56 часов и суммарном ПСКВ_Σ более 21 ч-г/м³, эффективность составила 100 %. В результате, необходимыми летальными нормами по данному режиму составил показатель суммарного ПСКВ_Σ равный 21 ч-г/м³ при экспозиции более 56 часов.

Динамика концентрации в соответствии с каждым интервалом экспозиции по режиму №3 составила суммарную величину ПСКВ_Σ после 72 часов экспозиции 40,2 ч-г/м³. Пик концентрации был определен на втором интервале, показатель которой составлял 600 ррм или 840 мл/м³. При использовании режима №3, температурные показатели с разницей в 4 °С существенно повлияли на динамику концентрации.

На первом интервале экспозиции при концентрации в 400 ррм или 560 мл/м³ суммарная величина ПСКВ_Σ составила более 3,5 ч-г/м³. В течение второго и третьего интервала экспозиции, суммарный показатель ПСКВ_Σ составлял 29,3 ч-г/м³. На последнем интервале экспозиции, суммарная величина произведения концентрации на время составляла уже более 40 ч-г/м³.

Следует отметить, что очень важным является определение промежуточного ПСКВ в различных условиях использования фосфина, так как согласно проведенным исследованиям динамика концентрации существенно отличается при изменении зоны рабочего воздуха, в частности: малогабаритных камер, складских помещений, контейнеров, силосов элеваторов различных типов конструкции и трюмов судов речного и морского назначения.

Также, показатели концентрации фосфина, могут существенно меняться при фумигации различной массы зерновых. Таким

образом, анализ динамики концентрации дает возможность определить сорбционные свойства и токсическое действие фосфина против основных вредителей хлебных запасов. Установлено, что предложенные нормы для препаратов на основе фосфина в соответствии с перечнем пестицидов и агрохимикатов, а также заключений государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы, предлагаются только на основе дозирования по массе фумиганта на определенный объем или массу продукции. Однако, в результате наших исследований было установлено, что этих данных недостаточно для эффективного проведения обеззараживания методом фумигации.

Существует много факторов, которые могут изменить показатели концентрации фосфина, которая влияет на эффективность. Основными были выявлены: температура, влажность воздуха рабочей зоны, сорбция газа продукцией и постепенные потери действующего вещества при отсутствии надлежащей герметичности.

То есть, эффективность токсического действия зависела от количества газообразного вещества, которое влияло на насекомых за определенный период экспозиции. Токсическое действие фосфина для каждого из объектов исследований оказалось разным с учетом вышеупомянутых факторов. Особенно это зависело от их стадий развития, которым были присущи определенные показатели ПСКВ.

Выводы. 1. Динамика концентрации фосфина и его сорбционность при различных температурных режимах, существенно отличаются. При режиме № 1, суммарная величина ПСКВ_Σ после 96 часов экспозиции достигла 69,77 ч-г/м³. Максимальный показатель концентрации был определен на четвертом интервале экспозиции, который составлял 650 ррм или 910 мл/м³. По режиму №2 суммарная величина ПСКВ_Σ после 72 часов экспозиции достигла 28,2 ч-г/м³. Однако уже на втором интервале экспозиции концентрация достигла показателя в 450 ррм или 630 мл/м³. При использовании режима №3, суммарная величина ПСКВ_Σ после 72 часов экспозиции достигла 40,2 ч-г/м³. Пик концентрации был определен также на втором интервале экспозиции, показатель которого составлял 600 ррм или 840 мл/м³.

2. При уменьшении норм использования фумиганта в зависимости от режимов применения (температура, влажность, экспозиция), были достигнуты необходимые летальные нормы ПСКВ для объектов исследования за счет незначительного увеличения условной экспозиции.

3. Летальные нормы часограммов для каждого из объектов исследований зависели от температуры. Эти нормы были различными

и для разных стадий развития насекомых, которые определялись при соответствующих температурных показателях. При увеличении температуры, суммарные показатели ПСКВ снижались, кроме того, пассивные стадии насекомых, в частности яйца и куколки, проявили большую устойчивость к фумиганту в отличии от личинок и имаго.

Список литературы

1. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer// Ozone Secretariat United Nations Environment Programme.–2000.–16 p.
2. Мамонтов, В.А. Застосування фосфіну в карантинному знезаражуванні, проблеми та перспективи / В. А. Мамонтов // Інтегрований захист рослин на початку XXI століття. — Київ, 2004. — С. 560.
3. Bel, I C.H. Toxicity of PH₃ to the diapausing stages of *Ephestialutella*, *Plo-diainterpunctella* and other Lepidoptera / C.H. Bell // Journal of Stored Products Research. — 1977. — Volume 13, Issue 4. — P. 150–157.
4. Nayak, M. K. Influence of concentration, temperature and humidity on the toxicity of phosphine to the strongly phosphine-resistant psocid *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae) / M. K. Nayak, P. J Collins // Pest Management Science. — 2008. — Volume 64, Issue 9. — P. 972–975.
5. Kashi K. The toxic action of phosphine: role of carbon dioxide on the toxicity of phosphine to *Sitophilus granarius* (L.) and (*Tribolium confusum* Duv.)/ K. Kashi, E. Bond // Journal of Stored Products Research. — 1975. — Volume 11, Issue 1. — P. 9–17.
6. El - Lakwah F. Untersuchungen zur Wirkung von Phosphorwasserstoff gegen *Khaprakafe*(*Trogoderma granarium* Everts.) // Nachrichtenbi. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. 1987. Bd. 30, N 11. S. 161–163.
7. Воронкова, Л. В. и др. Карантин растений в СССР. М.: Агропромиздат. 1986. — 256 с.
8. Методики випробування і застосування пестицидів // С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун, О.О. Іващенко та ін. — К.: Світ. —2001. — 235 с.
9. Методичні рекомендації з виявлення, обліку шкідливих комах і кліщів та заходи захисту зернових запасів. — К., 2007. — 3 с.

D.P. Serednyak, V.P. Fedorenko

Institute of Plants Protection National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

PHOSPHINE FUMIGATION FEATURES REGIMES AGAINST THE MOST COMMON PESTS OF GRAIN STOCKS

Annotation. Modes of fumigation against major pests of grain stocks. The necessary rules lethal phosphine fumigation against the most common pests of grain stocks. Determined insect fumigant sensitivity depending on their species composition.

Key words: concentration dynamics, lethal dose LD, preparations based on phosphine, pests of grain stocks.

**АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ
ПЛАСТИНОК АБОРИГЕННЫХ И
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ И ФОРМ
ЛИП (*TILIA* L.) ЛИЧИНКАМИ ВТОРОЙ
ГЕНЕРАЦИИ ЛИПОВОЙ МОЛИ–ПЕСТРЯНКИ
(*PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963))
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

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

Аннотация. Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii*) – дальневосточный вид, который стал основным минирующим вредителем лип в декоративных зеленых насаждениях Беларуси. В целях определения устойчивости к минёру выполнены исследования 8 видов и форм лип (*Tilia* L.). Уровень заселенности листовых пластинок был максимален (25–50%) у *Tilia platyphyllos* и *Tilia cordata*. Площадь отдельных мин была наименьшей на *T. cordata* ($0,40 \pm 0,02$ см²) и наибольшей – *Tilia mandshurica* ($1,78 \pm 0,19$ см²). Общая (совокупная) площадь мин минимальна на листовых пластинках *Tilia* x *europaea* f. *laciniata* ($1,03 \pm 0,18$ см²) и *Tilia tuan* ($1,08 \pm 0,16$ см²), максимальна – *T. platyphyllos* ($3,05 \pm 0,23$ см²). Занимаемая минами площадь у всех лип не превышала 10% общей площади поверхности листовых пластинок.

Ключевые слова: биологические инвазии, интродуцированные растения, минирующие чешуекрылые, моли-пестрянки, площадь мин, чужеродные виды, ImageJ.

Введение. В настоящий период для европейского континента весьма актуальна проблема биологических инвазий. Так, в 2010 г. для Европы было известно 1590 чужеродных видов членистоногих животных, проникших или привнесенных сюда из других регионов мира [1]. В рецентной фауне Беларуси также присутствует целый ряд инвазивных видов [2], некоторые из них внесены в Черную книгу животного мира Беларуси [3]. В их числе липовая моль-пестрянка, которая и стала объектом исследований, результаты которых легли в основу настоящей статьи [4].

Липовая моль-пестрянка, или липовый минер (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae) – выходец с Дальнего Востока [5], впервые был зарегистрирован на территории

Европейской части СССР в 80-х годах XX столетия [6]. К настоящему времени он проник на территорию большинства регионов Центральной и Восточной Европы [1]. Для Беларуси вид впервые указан в публикациях 1998 г. [7, 8], к настоящему времени отмечается повсеместно [4].

Гусеницы липовой моли-пестрянки являются минерами, повреждая листовые пластинки лип (*Tilia* L.). В условиях Беларуси мины *Ph. issikii* отмечены на целом ряде представителей этого рода [9]. Среди них наиболее широко в зеленых насаждениях представлена липа мелколистная, сердцевидная (сердцелистная), или зимняя (*Tilia cordata* Mill.), имеющая у нас статус аборигенного вида и принадлежащая к числу лесообразующих пород [10]. На 2013 г. общая площадь посадок липы и естественных липняков в Беларуси составляла 4,0 тыс. га [11]. Широкое использование данной древесной породы в декоративных зеленых насаждениях позволило липовой моли-пестрянке стать здесь фоновым видом.

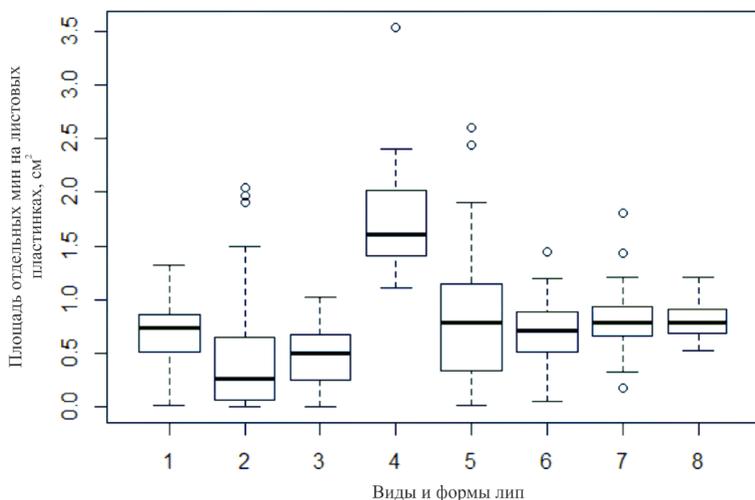
Поскольку поврежденность листовых пластинок определяет общий уровень вредоносности вида в зеленых насаждениях, целью настоящей работы была оценка площади листовых мин гусениц *Ph. issikii* (в частности, второй генерации фитофага) на листовых пластинках аборигенного и интродуцированных видов и форм лип в условиях региона.

Методика исследований. Исследования выполнялись на базе арборетума (дендрария) Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск) в 2015 г. Ими были охвачены как аборигенная липа мелколистная (*T. cordata*), так и интродуцированные виды лип: крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.), американская (*Tilia americana* L.), туань (*Tilia tuan* Szyszyl.), Таке (*Tilia taquetii* C.K. Schneid.), маньчжурская (*Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim.) и войлочная, серебристая, или венгерская (*Tilia tomentosa* Moench), а также разрезнолистная форма липы европейской (*Tilia* x *europaea* L. f. *laciniata*). Отобранные из нижнего яруса крон в период завершения развития гусениц 2 генерации выборки листовых пластинок лип гербаризировали, полученные с помощью планшетного сканера Epson Perfection 4180 Photo изображения (разрешение 300 dpi) подвергали компьютерной обработке средствами специализированного графического редактора ImageJ для определения площади сформировавшихся мин. Первичный анализ предусматривал установление площади отдельных мин, общей площади мин на отдельных листовых пластинках,

относительной поврежденности листовых пластинок (отношение общей площади мин к площади всей листовой пластинки, %). В целях отображения полученных выборочных совокупностей построены 2М-диаграммы размаха, для каждой из выборок рассчитаны средние значения и приведены медианы. Поскольку выборки имеют разный размер, что связано с нахождением ограниченного числа поврежденных листовых пластинок отдельных представителей рода *Tilia*, а также с учетом распределения данных полученных выборок для анализа достоверности различий использовали непараметрическую статистику Уилксона-Манна-Уитни [12]. Расчеты проводились средствами R [12, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях Беларуси липовая моль-пестрянка дает за сезон две полные генерации, то есть бивольтинна. По результатам ранее проводившихся исследований *Ph. issikii* отмечалось [9], что личинками первой генерации повреждалось менее 4% листовых пластинок лип, что незначительно сказывалось на эстетических качествах растений в декоративных посадках. Работая со второй генерацией вредителя, следует учитывать, что в это время на листовых пластинках одновременно присутствуют мины личинок обеих генераций. Особенностью второй половины вегетационного сезона 2015 г. была продолжительная засуха, которая привела к досрочному опадению поврежденных *Ph. issikii* листовых пластинок лип мелко- и крупнолистной, произрастающих в арборетуме ботанического сада. Их коллектировали рандомизировано наряду с поврежденными листовыми пластинками из крон.

Заселенность *Ph. issikii* листовых пластинок вовлеченных в исследования лип различалась. В частности, уровень заселенности *T. mandshurica*, *T. tomentosa* и *T. tuan* не превышал 2,5%, *T. americana*, *T. x europaea* f. *laciniata* и *T. taquetii* находился в диапазоне 15–30%, тогда как был максимальным (25–50%) для *T. cordata* и *T. platyphyllos*. При этом средняя площадь отдельных мин была минимальна ($0,40 \pm 0,02$ см²) на листовых пластинках *T. cordata*, что можно интерпретировать как указание на максимальную среди прочих лип пригодность для развития гусениц *Ph. issikii*. Различия площади мин на листовых пластинках *T. americana*, *T. platyphyllos*, *T. taquetii*, *T. tuan*, *T. tomentosa* (рис. 1) не были статистически достоверны ($p > 0,05$).



1 – *Tilia americana* ($\bar{x} \pm SE$: 0,69 \pm 0,02 см²; Me: 0,74 см²); 2 – *Tilia cordata* ($\bar{x} \pm SE$: 0,40 \pm 0,02 см²; Me: 0,26 см²); 3 – *Tilia x europaea f. laciniata* ($\bar{x} \pm SE$: 0,47 \pm 0,04 см²; Me: 0,51 см²); 4 – *Tilia mandshurica* ($\bar{x} \pm SE$: 1,78 \pm 0,19 см²; Me: 1,60 см²); 5 – *Tilia platyphyllos* ($\bar{x} \pm SE$: 0,77 \pm 0,04 см²; Me: 0,79 см²); 6 – *Tilia taquetii* ($\bar{x} \pm SE$: 0,68 \pm 0,03 см²; Me: 0,71 см²); 7 – *Tilia tomentosa* ($\bar{x} \pm SE$: 0,80 \pm 0,04 см²; Me: 0,79 см²); 8 – *Tilia tuan* ($\bar{x} \pm SE$: 0,81 \pm 0,04 см²; Me: 0,79 см²)
 (\bar{x} – средняя арифметическая, SE – доверительный интервал, Me – медиана)

Рисунок 1 – Площадь отдельных мин личинок второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae) на листовых пластинках аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia* L.) (г. Минск, 2015)

Максимальной (1,78 \pm 0,19 см²) была средняя площадь мин на листовых пластинках липы маньчжурской (*T. mandshurica*), в которых гусеницы, очевидно, были вынуждены проделывать камеры больших размеров. В целом, по площади отдельных мин личинок второй генерации *Ph. issikii* на листовых пластинках вовлеченные в исследования виды и формы лип можно сгруппировать, согласно статистически достоверным различиям, следующим образом:

1. *T. cordata*;
2. *T. x europaea f. laciniata*;
3. *T. americana*, *T. platyphyllos*, *T. taquetii*, *T. tuan*, *T. tomentosa*;
4. *T. mandshurica*.

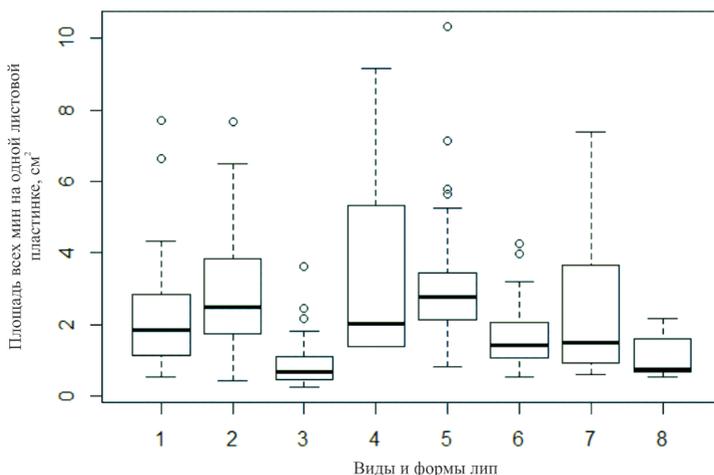
По результатам применения непараметрического критерия различий средние площади мин на листовых пластинках лип выделенных групп достоверно различны ($p < 0,05$).

Максимальным было среднее значение общей площади мин на листовых пластинках *T. mandshurica* ($3,56 \pm 1,27 \text{ см}^2$), минимальными – *Tilia x europaea f. laciniata* ($1,03 \pm 0,18 \text{ см}^2$) и *T. tuan* ($1,08 \pm 0,16 \text{ см}^2$). В целом по данному параметру, согласно статистической достоверности различий, можно выделить три группы лип:

1. *Tilia x europaea f. laciniata*, *T. tuan*;
2. *T. americana*, *T. cordata*, *T. taquetii*, *T. tomentosa*, *T. mandshurica*;
3. *T. platyphyllos*.

Различия общей площади мин на листовых пластинках лип, отнесенных в разные группы, статистически достоверны ($p < 0,05$), исключая пару сравнения *T. mandshurica* | *T. platyphyllos* ($p > 0,05$).

Помимо средней площади отдельных мин, рассчитана общая (совокупная) площадь мин личинок второй генерации *Ph. issikii* на листовых пластинках лип, вовлеченных в данные исследования (рис. 2).



1 – *Tilia americana* ($\bar{x} \pm SE$: $2,34 \pm 0,29$; Me: 1,84); 2 – *Tilia cordata* ($\bar{x} \pm SE$: $2,87 \pm 0,20$; Me: 2,49); 3 – *Tilia x europaea f. laciniata* ($\bar{x} \pm SE$: $1,03 \pm 0,18$; Me: 0,68); 4 – *Tilia mandshurica* ($\bar{x} \pm SE$: $3,56 \pm 1,27$; Me: 2,03); 5 – *Tilia platyphyllos* ($\bar{x} \pm SE$: $3,05 \pm 0,23$; Me: 2,79); 6 – *Tilia taquetii* ($\bar{x} \pm SE$: $1,70 \pm 0,18$; Me: 1,44); 7 – *Tilia tomentosa* ($\bar{x} \pm SE$: $2,32 \pm 0,49$; Me: 1,49); 8 – *Tilia tuan* ($\bar{x} \pm SE$: $1,08 \pm 0,16$; Me: 0,77)
 (\bar{x} – средняя арифметическая, SE – доверительный интервал, Me – медиана)

Рисунок 2 – Общая (суммарная) площадь мин личинок второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae) на листовых пластинках аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia* L.) (г. Минск, 2015)

Абсолютные значения общей площади мин *Ph. issikii* никак не отражают существующие различия средней площади листовых пластинок лип разных видов и форм. Данный параметр учтен при расчете относительных значений совокупной площади мин на листовых пластинках лип, – отношения общей (совокупной) площади мин *Ph. issikii* к общей площади минированных листовых пластинок. По его результатам вовлеченные в настоящее исследование липы сгруппированы следующим образом:

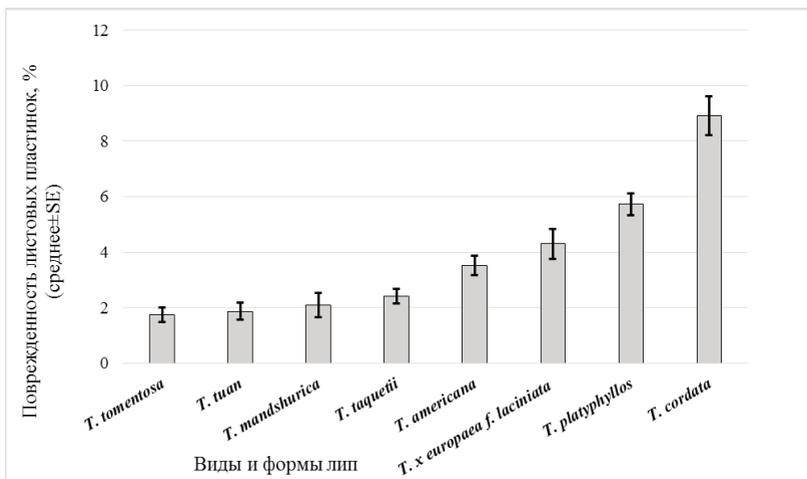
- 1) *T. tuan*, *T. taquetii*, *T. tomentosa*, *T. mandshurica*;
- 2) *T. x europaea* f. *laciniata*, *T. americana*;
- 3) *T. platyphyllos*;
- 4) *T. cordata*.

При этом для групп сравнения полученные значения демонстрировали различия, которые были статистически достоверны ($p < 0,05$), исключая пару сравнения *T. mandshurica* | *T. americana*.

Полученные значения относительной поврежденности листовых пластинок личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (рис. 3) были максимальными у *T. platyphyllos* ($5,73 \pm 0,39\%$) и *T. cordata* ($8,92 \pm 0,70\%$), что хорошо коррелируется с ранее полученными данными [9].

При данном уровне поврежденности листовых пластинок наблюдается ранняя дефолиация крон, что сказывается на эстетических качествах древесных растений. Минимальным же процентом поврежденности характеризуется *T. tomentosa* ($1,74 \pm 0,25\%$)

Таким образом, при минимальных значениях площади отдельных мин *Ph. issikii* доля занятой ими поверхности на листовых пластинках липы мелколистной максимальна, что указывает на наивысший уровень поврежденности липы мелколистной (*T. cordata*) среди охваченных исследованиями лип. При этом именно *T. cordata* преобладает в декоративных посадках лип в зеленых насаждениях Беларуси. При регистрируемых уровнях поврежденности присутствие мин на листовых пластинках нижнего яруса кроны бросается в глаза стороннему наблюдателю, а вызываемая повреждением гусеницами липовой моли-пестрянки преждевременная дефолиация листвы ведет к снижению эстетических свойств растений в декоративных зеленых насаждениях. Для липы войлочной (*T. tomentosa*), напротив, подтверждена перспективность использования в зеленом строительстве в условиях Беларуси.



Tilia tomentosa ($\bar{x}\pm SE$: 1,74±0,25; Me: 1,45); *Tilia tuan* ($\bar{x}\pm SE$: 1,87±0,31; Me: 1,49); *Tilia mandshurica* ($\bar{x}\pm SE$: 2,09±0,44; Me: 2,02); *Tilia taquetii* ($\bar{x}\pm SE$: 2,40±0,26; Me: 1,87); *Tilia americana* ($\bar{x}\pm SE$: 3,52±0,36; Me: 3,22); *Tilia x europaea f. laciniata* ($\bar{x}\pm SE$: 4,30±0,54; Me: 3,65); *Tilia platyphyllos* ($\bar{x}\pm SE$: 5,73±0,39; Me: 5,25); *Tilia cordata* ($\bar{x}\pm SE$: 8,92±0,70; Me: 7,56)

(\bar{x} – средняя арифметическая, SE – доверительный интервал, Me – медиана)

Рисунок 3 – Поврежденность поверхности листовых пластинок лип (*Tilia* L.) личинками первой и второй генераций моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) в 2015 г. в условиях дендрария Центрального ботанического сада НАН Беларуси

Выводы. По результатам выполненных на базе дендрария Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск) учетов поврежденности листовых пластинок личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae) 8 видов и форм лип (*Tilia* L.), констатировано, что заселенность личинками второй генерации *Ph. issikii* листовых пластинок лип маньчжурской (*Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim.), войлочной (*Tilia tomentosa* Moench) и туань (*Tilia tuan* Szyszyl.) не превышала 2,5%, лип американской (*Tilia americana* L.), Таке (*Tilia taquetii* C.K. Schneid.) и разрезнолистной формы липы европейской (*Tilia x europaea* L. f. *laciniata*) находилась в диапазоне 15–30%, тогда как максимальной (25–50%) была у лип крупнолистной (*Tilia platyphyllos* Scop.) и мелколистной (*Tilia cordata* Mill.).

С использованием отсканированных с высоким разрешением изображений листовых пластинок средствами специализированного графического редактора ImageJ определена средняя площадь отдельных мин личинок второй генерации *Ph. issikii* на листовых пластинках лип, которая оказалась минимальной для липы мелколистной ($0,40 \pm 0,02$ см²) и максимальной – липы маньчжурской ($1,78 \pm 0,19$ см²). По значениям данного показателя выделены 4 группы видов и форм: 1) *T. cordata*; 2) *T. x europaea* f. *laciniata*; 3) *T. americana*, *T. platyphyllos*, *T. taquetii*, *T. tuan*, *T. tomentosa*; 4) *T. mandshurica*.

Общая (совокупная) площадь мин *Ph. issikii* была минимальной на листовых пластинках *T. x europaea* f. *laciniata* ($1,03 \pm 0,18$ см²) и *T. tuan* ($1,08 \pm 0,16$ см²) и максимальной – *T. platyphyllos* ($3,05 \pm 0,23$ см²).

Занимаемая минами *Ph. issikii* площадь для всех охваченных исследованиями видов и форм лип не превышала 10% общей площади поверхности листовых пластинок, оказавшись максимальной для *T. cordata* ($8,92 \pm 0,70\%$) и минимальной для *T. tomentosa* – $1,74 \pm 0,25\%$. Последнее обстоятельство указывает на наибольшую перспективность липы войлочной и целесообразность организации целенаправленных исследований для выяснения целесообразности ее широкого использования в зеленом строительстве в Беларуси.

Список литературы

1. Roques, A. Alien terrestrial arthropods of Europe. 1. Alien terrestrial arthropods of Europe / A. Roques. – Sofia; Moscow: Pensoft, 2010. – 552 p.
2. Семенченко, В.П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В.П. Семенченко, А.В. Пугачевский // Наука и инновации. – 2006. – Т. 44, № 10. – С. 15–20.
3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 105 с.
4. Синчук, О.В. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) / О.В. Синчук, Ф.В. Сауткин // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 82–84.
5. Kumata, T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part I. / T. Kumata // Insecta Matsumurana. – 1963. – Vol. 25, n. 2. – P. 53–90.
6. Кузнецов, В.И. К систематике и филогении минирующих молей сем. Gracillariidae, Bucculatricidae и Lyonetiidae (Lepidoptera) с учетом функциональной сравнительной морфологии гениталий самцов / В.И. Кузнецов, М.В. Козлов, С.В. Сексяева // Труды Зоологического института АН СССР. – 1988. – Т. 176. – С. 52–71.
7. Buszko, J. Invasive species of Lithocolletinae in Europe and their spreading (Gracillariidae) / J. Buszko, H. Sefrová, Z. Lastuvka // XII European Congress of Lepidopterology SEL: Programme and Abstracts, Białowieża, Poland, 29 May–2 June 2000. – Białowieża, 2000. – P. 22–23.

8. Прокопович, Т.В. О видовом составе вредителей городских зеленых насаждений / Т.В. Прокопович // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 1. Лесное хозяйство. – 2008. – Вып. 16. – С. 388–391.

9. Синчук, О.В. Оценка поврежденности листовых пластинок лип (*Tilia L.*) гусеницами первой генерации инвазийного минера *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) / О.В. Синчук, Д.А. Гончаров // Материалы I Международной научно-практической конференции «Современные проблемы энтомологии Восточной Европы», Минск, 8–9 сентября 2015 г. – Минск, 2015. – С. 253–254.

10. Юркевич, И.Д. Выделение типов леса при лесостроительных работах / И.Д. Юркевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 120 с.

11. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень. 2013 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.

12. Мاستицкий С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков. – М.: Издательство ДМК Пресс, 2015. – 496 с.

13. Кабаков, Р.И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / Р.И. Кабаков. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 580 с.

O.V. Sinchuk , S.V. Buga
Belarusian State University, Minsk

ANALYSIS OF LEAF PLATE DAMAGE OF ABORIGINAL AND INTRODUCED SPECIES AND FORMS OF LIMES (*TILIA L.*) BY SECOND GENERATION LARVAE OF LIME LEAF MINER (*PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963)) UNDER CONDITIONS OF BELARUS

Annotation. Lime leaf miner (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae) – East Asian species which became the main mining pest of limes in decorative green stands in Belarus. Study on 8 aboriginal and introduced species and forms of limes (*Tilia L.*) has been carried out. Occurrence of *Ph. issikii* mines on leaf plates was maximal (25–50%) for *Tilia platyphyllos* and *Tilia cordata*. Square of a single mine was minimal for *T. cordata* ($0,40 \pm 0,02 \text{ cm}^2$) and maximal for *Tilia mandshurica* ($1,78 \pm 0,19 \text{ cm}^2$). The total mine area was minimal for leaf plates of *Tilia x europaea* f. *laciniata* ($1,03 \pm 0,18 \text{ cm}^2$), *Tilia tuan* ($1,08 \pm 0,16 \text{ cm}^2$) and maximal for *T. platyphyllos* ($3,05 \pm 0,23 \text{ cm}^2$). The total area of *Ph. issikii* mines does not exceed 10% of the total square of leaf plate surface of every lime species or form under the study.

Key words: alien species, bioinvasions, Gracillariidae, ImageJ, introduced plants, leaf mine square, leaf miners, Lepidoptera

**Л.И. Трепашко, С.В. Надточаева, О.В. Ильюк, М.Г. Немкевич,
А.В. Быковская, В.В. Головач**

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ В ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

Аннотация. В статье приведены результаты исследований эффективности биологических препаратов в защите капусты, картофеля и кукурузы от вредителей и болезней. Показано действие биопрепаратов Ксантрел, Ж, МЕЛОВASS, пс., Бацитурин, Ж + Бетапротектин, ж., Бацитурин, Ж + Бактофит, СК, Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж на снижение численности колорадского жука (30,2–64,3%), фитофагов капусты (41,1–87,4%), стеблевого кукурузного мотылька (52,5–62,7%) и ограничения развития фитофтороза (23,0–65,4%), альтернариоза (41,3–65,4%) и фомоза (42,2–56,7%). Применение указанных препаратов обеспечило сохранение 34,8–79,8% урожая картофеля, 31,6–34,4% – капусты и 4,8–11,8% зерна кукурузы.

Ключевые слова: картофель, капуста, кукуруза, биопрепараты, колорадский жук, фитофтороз, альтернариоз, фомоз, стеблевой кукурузный мотылек.

Введение. Для улучшения снабжения населения высококачественной овощной продукцией и обеспечения перерабатывающих предприятий сырьем в широком ассортименте одной из главных задач сельского хозяйства Беларуси является увеличение производства овощной продукции и создание базы для ее хранения [5].

Среди овощных культур широко возделываемых в стране ведущее место занимают картофель и капуста. Однако, повреждения патогенными микроорганизмами и вредителями приводит к потере 20–30% урожая, а иногда может достигать 80% и более [1].

Кукуруза – важная кормовая и продовольственная культура, возделываемая на зеленую массу, зерно и семена. Преобладание кукурузы в структуре посевных площадей, возделывание ее в монокультуре, несоблюдение агротехнических мероприятий, способствовали накоплению в агроценозах одного из наиболее опасных вредителей – стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), потери урожая зерна в результате повреждений которым достигают более 20%.

Ежегодное изменение фитосанитарной ситуации в агроценозах сельскохозяйственных культур требует новых подходов к разработке экологически ориентированных систем защиты растений [6].

В настоящее время возросла роль биологического метода защиты растений от вредных организмов. Приоритетным направлением разработок биопестицидов нового поколения является комплексная защита растений от болезней и вредителей. С этой целью активно ведутся исследования по созданию препаратов, изготовленных на основе нескольких микроорганизмов.

Большинство биологических средств защиты растений, обладая высоким защитным эффектом, не нарушают экологического равновесия биоценоза. Учитывая отрицательные последствия использования химических препаратов и санитарные ограничения их применения на овощных культурах, а также необходимость получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции применение биологических препаратов в овощных агроценозах очень актуально.

Целью наших исследований являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности биопрепаратов по защите картофеля, капусты и кукурузы от вредных организмов.

Материалы и методы проведения исследований. Для выполнения поставленной цели в 2012–2015 гг. проведены полевые и производственные опыты по оценке биологической и хозяйственной эффективности биопестицида Ксантрел, Ж, титр жизнеспособных спор 0,1 млрд см³ (спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин бактерий *Bacillus thuringiensis* БИМ В-711 Д, споры и продукты метаболизма бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-712 Д), препарата «МЕЛОБАСС», пс., титр не менее 6 млрд. спор/г (*Beauveria bassiana* (Bals) Vuil, штамм 10-06), Бацитурин, ж., титр не менее 4 млрд. жизнеспособных спор/г (спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин *Bacillus thuringiensis* var. *darmstadiensis*, штамм № 24-91), биопестицида Бетапротектин, ж., титр жизнеспособных спор не менее 1 млрд/мл (*Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* БИМ В-439 Д), Бактофит СК, БА-10000 ЕД/мл, титр не менее 2,0 млрд спор/мл (*Bacillus subtilis*, штамм ИПМ-215).

Исследования проводились в полевых (РУП «Институт защиты растений») и производственных (РУЭСХП «Восход» Минского р-на) посадках картофеля среднеспелого сорта Скарб и капусты белокочанной позднеспелого сорта Новатор, в агроценозах кукурузы ОАО «СГЦ «Западный», Брестский район, ОАО «Видомлянское», Каменецкий район, Брестская область.

Повторность опытов 4-кратная. Технология применения биопрепаратов предусматривала двукратное опрыскивание 2% суспензией

препаратов капусты – в фазе образования розетки-образования кочана, картофеля – бутонизации-цветения, кукурузы – выбрасывания метелки-цветения исходя из фитосанитарной ситуации. Учет вредителей и болезней, оценка биологической эффективности биопрепаратов проводили по общепринятым методикам [2, 3, 4].

Урожай с каждого варианта опыта убирали отдельно, пересчитывали в ц/га. Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе прибавки урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в каждом варианте опыта по сравнению с контролем.

Для оценки точности и уровня достоверности, полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа с использованием пакета программ Microsoft Excel, Oda [1].

Результаты исследований. Мониторинг агроценозов картофеля показал, что в годы исследований первые яйцекладки колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) отмечались в фазе развития растений до 20 см. Обработка биопрепаратами проводилась в период массового заселения культуры вредителем в фазе бутонизации, в 2012 г. численность личинок I–IV возрастов колорадского жука составляла 4,2–11,7 ос./раст., 2013 г. – личинок I–II возрастов – 13,3–26,5 ос./раст. На 7 сутки после второй обработки биопестицидом Ксантрел, Ж численность личинок колорадского жука в производственных условиях снизилась на 42,3%, в полевых – на 54,3%, после 3-ей – на 64,3 и 60,9% соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность биопрепаратов для защиты картофеля от колорадского жука

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Численность, ос./раст.	Биологическая эффективность, %	Численность, ос./раст.	Биологическая эффективность, %
		на 7-й день*		на 7-й день**	
Производственный опыт, РУЭСХП «Восход», 2012 г.					
Контроль (без применения биопрепарата)	–	11,7	–	4,2	–
Ксантрел, Ж	6,0	6,8	42,3	1,5	64,3
Бацитурин, Ж + Бета-протектин, ж.	3,0 + 6,0	7,4	36,8	2,5	40,5
Полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2013 г.					
Контроль (без применения биопрепарата)	–	26,5	–	13,3	–
Ксантрел, Ж	6,0	12,1	54,3	5,2	60,9
Бацитурин, Ж + Бактофит, СК	3,0 + 3,0	18,5	30,2	5,6	57,9

* После второй обработки, ** После третьей обработки.

Результаты мониторинга фитопатологической ситуации показали, что на листовом аппарате картофеля доминировал фитофтороз (возбудитель – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). В годы исследований развитие фитофтороза колебалось от единичных пятен на листьях до поражения 2/3 ботвы куста. Применение для защиты от болезни биопестицида Ксантрел, Ж позволило снизить пораженность ботвы перед уборкой до 31,5% и 65,4%, соответственно, в производственном и полевом опытах, эффективность эталонного варианта составляла 23,0% и 63,2% (табл. 2).

Полученная биологическая эффективность биопестицида Ксантрел, Ж против комплекса вредных организмов позволила получить урожайность картофеля в 2012 г. 336,0 ц/га, в 2013 г. – 316,5 ц/га. Сохраненный урожай составил 68,0% и 37,9% по отношению к урожаю в контроле, соответственно, в полевом и производственном опытах. В вариантах с использованием биопрепаратов Бацитурин, Ж + Бетапротектин, Ж урожайность картофеля повысилась на 79,8% и 34,8% по вариантам опытов.

Анализ фитосанитарной ситуации в посадках капусты показал, что с фазы начало образования кочана доминировали капустная моль (*Plutella maculipennis* Curt.), капустная совка (*Barathra brassicae* L.), репная белянка (*Pieris rapae* L.). В вегетационном сезоне 2012 г. численность гусениц разных возрастов капустной моли составляла 0,5–0,7 ос./раст., репной белянки – 0,1–0,3 ос./раст., капустной совки – 0,05–0,15 ос./раст. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» в условиях 2013 г. в течение вегетации капусты численность гусениц разных возрастов капустной моли составляла 6,2–7,1 ос./раст., репной белянки – 1,0–3,3 ос./раст., капустной совки – 0,3–0,8 ос./раст.

Биологическая эффективность биопрепарата Ксантрел, Ж по снижению поврежденности растений капусты комплексом доминантных вредителей составила 62,2–85,9%, Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж – 41,1–87,4% (табл. 3).

В системе защитных мероприятий капусты от болезней листового аппарата эффективным приемом является применение биопрепаратов. Результаты мониторинга фитопатологической ситуации свидетельствуют о том, что в агроценозах капусты в условиях 2012–2013 гг. доминировали альтернариоз (возбудитель – гриб *Alternaria brassicae* Sacc.) и фомоз (возбудитель – гриб *Phoma lingam* Desm.). В годы исследований развитие фомоза достигало 6,0%, альтернариоза – 15,0%, что послужило сигналом к проведению защитных обработок.

Таблица 2 – Биологическая эффективность биопрепаратов для защиты картофеля от фитофтороза

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Развитие фитофтороза на 21 день после последней обработки, %	Биологическая эффективность, %
Производственный опыт, РУЭОСХП «Восход», 2012 г.			
Контроль (без применения биопрепарата)	–	41,3	–
Ксантрел, Ж	6,0	28,3	31,5
Бацитурин, Ж + Бетапротектин, ж. (эталон)	3,0 + 6,0	31,8	23,0
Полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2013 г.			
Контроль (без применения биопрепарата)	–	13,6	–
Ксантрел, Ж	6,0	4,7	65,4
Бацитурин, Ж + Бактофит, СК (эталон)	3,0 + 3,0	5,0	63,2

Таблица 3 – Биологическая эффективность биопрепаратов для защиты капусты от комплекса вредителей

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Степень повреждения растений комплексом вредителей на 21 день после последней обработки, %	Биологическая эффективность, %
Производственный опыт, РУЭОСХП «Восход», 2012 г.			
Контроль (без применения биопрепарата)	–	18,0	–
Ксантрел, Ж	6,0	6,8	62,2
Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж (эталон)	3,0 + 6,0	10,6	41,1
Полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2013 г.			
Контроль (без применения биопрепарата)	–	43,5	–
Ксантрел, Ж	6,0	6,1	85,9
Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж (эталон)	3,0+6,0	5,5	87,4

Биологическая эффективность биопестицида Ксантрел, Ж против альтернариоза на таком фоне развития болезни составила 41,3–65,4 %, в условиях 2012–2013 гг, в эталонном варианте – 46,7–63,2 % соответственно. Развитие фомоза капусты при применении биопрепарата Ксантрел, Ж снизилось на 42,2–53,3 %, Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж – на 48,9–56,7 % (табл. 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность биопрепаратов для защиты капусты от альтернариоза и фомоза

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Развитие альтернариоза, %	Биологическая эффективность, %	Развитие фомоза, %	Биологическая эффективность, %
Производственный опыт, РУЭОСХП «Восход», 2012 г.					
Контроль (без применения биопрепарата)	–	15,0	–	6,0	–
Ксантрел, Ж	6,0	8,8	41,3	2,8	53,3
Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж (эталон)	3,0 + 6,0	8,0	46,7	2,6	56,7
Полевой опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», 2013 г.					
Контроль (без применения биопрепарата)	–	13,6	–	4,5	–
Ксантрел, Ж	6,0	4,7	65,4	2,6	42,2
Бацитурин, Ж + Фитопротектин, Ж (эталон)	3,0+6,0	5,0	63,2	2,3	48,9

Применение биопестицида Ксантрел, Ж для защиты капусты от комплекса вредных объектов в условиях 2012 и 2013 гг. позволило повысить ее урожайность по сравнению с контролем на 31,6–32,4%. В эталонном варианте урожай капусты повысился на 33,3 и 34,4% соответственно.

По результатам исследований установлено, что применение биопестицида Ксантрел, Ж (6,0 л/га) имеет высокую биологическую и хозяйственную эффективность по защите капусты и картофеля от комплекса вредных объектов в течение вегетации.

В вегетационном сезоне 2014 г. численность стеблевого кукурузного мотылька перед первым внесением биопрепарата «MELOBASS», пс. (фаза начало выбрасывания метелок кукурузы, ст. 51 BBCH) составляла 4,0 яйцекладок/100 растений, перед вторым (фаза конец цветения, ст. 69 BBCH) – 6,0 яйцекладок/100 растений. Биологическая эффективность биопрепарата перед уборкой урожая достигла 52,5% (табл. 5).

За счет снижения поврежденности растений кукурузы в варианте опыта с применением препарата «MELOBASS», пс. достоверно сохранено 7,8 ц/га зерна (11,8%) по сравнению с контролем (табл. 6).

Таблица 5 – Биологическая эффективность биопрепарата «MELOBASS», пс. для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, ОАО «СГЦ «Западный», Брестский район, гибрид Клифтон, 2014 г.)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, кг/га	Повреждено растений, %		Биологическая эффективность, %	
		на 7-й день*	перед уборкой	на 7-й день*	перед уборкой
Контроль (без применения биопрепарата)	–	4,0	40,0	-	–
MELOBASS, пс. (двукратное применение)	4,0+4,0	0	19,0	100	52,5

* После второй обработки.

Таблица 6 – Хозяйственная эффективность биопрепарата «MELOBASS», пс. для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, ОАО «СГЦ «Западный», Брестский район, гибрид Клифтон, 2014 г.)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность зерна, ц/га	Сохранено зерна	
			ц/га	%
Контроль (без применения биопрепарата)	–	66,0	–	–
MELOBASS, пс. (двукратное применение)	4,0+4,0	73,7	7,8	11,8
НСР ₀₅		1,5		

В 2015 г. в схему исследований эффективности биологических препаратов по защите кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька был включен биопестицид Ксантрел, Ж. Производственный опыт заложен в фазе начало выбрасывания метелки (ст. 51 ВВСН), численность стеблевого мотылька перед первой обработкой составила 2,0 яйцекладок/100 растений, перед второй (конец выбрасывания метелок, ст. 59 ВВСН) – 1 гусеница/100 растений (ЭПВ – 2–4 яйцекладок/100 растений).

Засушливые условия вегетационного периода способствовали снижению вредоносности *Ostrinia nubilalis* Hbn., что сказалось, в свою очередь, на поврежденности растений, которая в варианте без применения биопрепарата составила 34,3% перед уборкой урожая кукурузы. Биологическая эффективность препарата «MELOBASS», пс. составила 62,7%, биопестицида Ксантрел, Ж – 62,1% (табл. 7).

Сохраненный урожай зерна при применении биопрепарата «MELOBASS», пс. составил 2,1 ц/га зерна или 5,1%, Ксантрел, Ж – 2,0 ц/га зерна или 4,8% по отношению к контролю (табл. 8).

Таблица 7 – Биологическая эффективность биопрепаратов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, ОАО «Видомлянское», Каменецкий район, Брестская область, гибрид Рикардинио, 2015 г.)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Повреждено растений на день учета, %		Биологическая эффективность на день учета, %	
		7-й день*	перед уборкой урожая	7-й день*	перед уборкой урожая
Контроль (без применения биопрепарата)	–	6,0	34,3	–	–
МЕЛОBASS, пс. (двукратное применение)	4,0+4,0	2,0*	12,8	66,7	62,7
Ксантрел, Ж	6,0	0	13,0	100	62,1

* После второй обработки.

Таблица 8 – Хозяйственная эффективность биопрепаратов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, ОАО «Видомлянское», Каменецкий район, Брестская область, гибрид Рикардинио, 2015 г.)

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность зерна, ц/га	Сохранено зерна	
			ц/га	%
Контроль (без применения биопрепарата)	–	41,5	–	–
МЕЛОBASS, пс. (двукратное применение)	4,0+4,0	43,6	2,1	5,1
Ксантрел, Ж	6,0	43,5	2,0	4,8
НСР ₀₅		1,9		

Применение биопестицида Ксантрел, Ж с нормой расхода 6,0 л/га снизило поврежденность растений кукурузы стеблевым кукурузным мотыльком перед уборкой урожая на 62,1%. Засушливые условия, сложившиеся в 2015 г. отрицательно повлияли на продуктивность растений кукурузы и развитие фитофага. В варианте опыта с применением биопестицида Ксантрел, Ж урожайность зерна составила 43,5 ц/га, за счет снижения вредоносности стеблевого кукурузного мотылька сохранено 2,0 ц/га зерна кукурузы.

Заключение. В результате применения биологических препаратов для защиты овощных культур и кукурузы от комплекса вредителей и болезней получен высокий биологический эффект (23,0–87,4 %) и хозяйственная эффективность (4,8–79,8 %). Внешение бактериальных препаратов, обладающих инсектицидными и фунгицидными свойствами, позволяет существенно снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
2. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст]: монография / Научно-исследовательский институт овощного хозяйства НПО по овощеводству «Россия». – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний био-препаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; сост.: Л.И. Прищепа, Н.И. Микульская, Д.В. Войтка; рец.: Н.П. Максимова, Р.А. Новицкий. – Несвиж: Несвижская укрупненная типография им. С. Будного, 2008. – 56 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений; рец.: Д.М. Бояр, А.И. Блинцов. – Прилуки, Минский р-н, 2009. – 318 с.
5. Состояние и пути повышения эффективности функционирования рынка овощей, картофеля и лекарственных растений в РБ / А.П. Шлак [и др.]; под общ. ред. А.П. Шлак. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2009. – 67 с.
6. Эффективность биологического препарата Фитопротектина, Ж против болезней капусты белокачанной / Ф.А. Попов [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трешко [и др.] – Несвиж, 2008. – Вып. 33. – С. 312–317.

L.I. Trepashko, S.V. Nadtochaeva, O.V. Iliuk, M.G. Nemkevich, A.V. Bykovskaya, V.V. Golovach

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

USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR AGRICULTURAL CROPS PROTECTION AGAINST NOXIOUS OBJECTS

Annotation. In the article the research results on the efficiency of biological preparations for cabbage, potato and corn protection against pests and diseases are presented. The action of biological preparations Ksantrel, L, MELOBASS, ps., Baciturin, L + Betaprotectine, L., Baciturin L + Baktophyt, SC, Baciturin, L + Phytoproctine L on the decrease of Colorado potato beetle number (30,2–64,3%), cabbage phytophages (41,1–87,4%), European corn borer (52,5–62,7%) and the decrease of late blight (23,0–65,4) and Alternaria blight (41,3–65,4%) and phomosis (42,2–56,7%) development is shown. The application of the indicated preparations has provided with 34,8–79,8% potato yield, 31,6–34,4% cabbage yield and 4,8–11,8% corn grain preservation.

Key words: potato, cabbage, corn, biological preparations, Colorado potato beetle, late blight, Alternaria blight, phomosis, European corn borer.

С.А. Трибель¹, А.А. Стригун¹, Ю.Н. Судденко²

¹Институт защиты растений НААН Украины, г. Киев

²Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины, с. Центральное, Киевская обл.

ПШЕНИЧНИЙ ТРИПС (*HAPLOTHRIPS TRITICI* KURD.) И УСТОЙЧИВОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ К ДАННОМУ ФИТОФАГУ

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

Аннотация. Приведены результаты оценки устойчивости современных и перспективных сортов озимой селекции МИП им. В.Н. Ремесло к трипсу пшеничному (*Haplothrips tritici* Kurd.). Среди 20 изученных сортов выявлено 11 устойчивых к вредителю (7–6 баллов) – Мироновская раннеспелая, Веста, Ремесливна, Смуглянка, Богдана, Монотип, Наталка, Колос Мироновщины, Мирлена, Легенда Мироновская, Берегиня Мироновская и 7 среднеустойчивых (5–4 баллов) – Снежана, Достаток, Ювиляр Мироновский, Оберег Мироновский, Свитанок Мироновский, Мироновская златоверхая и Горлица Мироновская. Установлены типы устойчивости, которые преобладают в различных сортообразцах. Определены маркерные признаки, характерные для устойчивого сорта культуры к данному фитофагу.

Ключевые слова: пшеница озимая, пшеничный трипс, численность, заселенность, устойчивость, сорта, маркерные признаки.

Введение. Пшеница – наиболее распространенная и важнейшая продовольственная культура в мире, выращивается в 70 странах на площади около 230 млн га. В Украине посевные площади под пшеницей озимой в 2015 г. составили 6,8 млн га, что на 11 % больше по сравнению с предыдущим годом.

Нарушения технологий выращивания, глобальное потепление, а также ослабление защитных мероприятий против вредных организмов, в частности вредителей, являются основными причинами уменьшения производительности агроценозов пшеницы озимой.

Одним из важнейших резервов увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции является уменьшение потерь урожая от вредных организмов, в настоящее время составляющих 42–50 %, из них от вредителей – 9,2–13 % [1].

Для предотвращения негативных последствий в защите растений, большое внимание следует уделять устойчивым сортам, рациональное использование которых является реальным и доступным направлением биологизации интегрированных систем защиты посевов сельскохозяйственных культур [2].

В последнее десятилетие широкое распространение и высокую численность получил пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.). Он является опасным вредителем пшеницы озимой и распространен в Украине повсеместно, однако вред его часто недооценивают. К такому стремительному размножению вида привело нарушение севооборотов, упрощение системы основной обработки почвы, уменьшение объемов применения средств защиты растений [3]. Аномальная теплая с умеренными осадками погода осенью и отсутствие значительных похолоданий в зимний период способствует хорошей перезимовке этого насекомого. Кроме того, массовому его размножению способствует засушливая жаркая погода, которая наблюдается в летний период в последние годы.

Ежегодно на защиту посевов пшеницы в Украине тратится 45–62 млн грн и мало используется иммунологический метод, поскольку современные сорта почти не оценены на устойчивость к вредителям. Поэтому определение уровня устойчивости сортов к пшеничному трипсу, а также установление ее природы является весьма актуальным.

Haplothrips tritici – это насекомое от черно-бурого до черного цвета, 1,3–1,5 мм длиной. В имаго прозрачные крылья с длинными ресничками. Личинка красная, длиной 1,4–1,8 мм. Зимуют личинки в поверхностном слое почвы и на поверхности под растительными остатками [4].

Весной личинки пробуждаются при прогреве почвы до 8°C, проникают в растительные остатки, где в мае превращаются в пронимфы и нимфы. Развитие нимф длится 7–13 суток. Массовое появление взрослых трипсов совпадает с началом колошения пшеницы озимой. Сначала они питаются колосковыми чешуйками, а затем проникают в колос и начинают откладывать яйца, обычно по 4–8 шт. вместе на внутреннюю сторону колосовых чешуек. Плодовитость одной самки – в среднем 23–28 яиц. На 6–8-е сутки появляются личинки, которые проходят 2 возраста [5].

Вред трипса обусловлен питанием имаго на флаговом листе и колосе. Фитофаг вызывает частичную или полную белоколосость, нередко перестает развиваться и засыхает верхушечная часть влагалищного листа, что удерживает верхушку колоса, который изгибается в сторону. Личинки питаются зерном и концентрируются в его бороздке. При раннем заселении растений фитофаг вызывает стерильность цветков, мелкозернистость колоса, щуплость и деформацию зерна. В поврежденных зернах уменьшается содержание крахмала, сахара и белковых аминокислот, происходит резкое увеличение свободных аминокислот [6]. Почти ежегодно они вызывают уменьшение массы зерновок на 10–30%. В начале фазы

колошения пшеницы при численности 20–30 трипсов/колос, потери урожая достигают более 14%, существенно ухудшаются технологические качества и всхожесть семян [7, 8].

В сложившихся условиях в нашей стране, для уменьшения потерь урожаев и увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции следует интенсивнее внедрять в производство устойчивые сорта. Селекция на устойчивость к вредным организмам является наиболее реальным, перспективным, экологически безопасным и экономически выгодным направлением совершенствования интегрированных систем защиты полевых культур [1, 9]. Подсчитано, что при полном переходе на устойчивые сорта зерновых культур против вредителей прирост урожая будет соответствовать увеличению посевных площадей на 20–25% [10]. Это позволит снизить затраты на применение пестицидов на 25–30%. Ведь интенсивное применение химических средств защиты растений порождает ряд негативных последствий – загрязнение окружающей среды, уничтожение полезной энтомофауны, ускоряет формирование резистентных популяций, усложняет технологии выращивания культур, приводит к отравлению людей. Кроме того, пестициды являются сильным мутагеном и по своему объему загрязнения окружающей среды занимают второе место [11].

Целью исследований была оптимизация интегрированной защиты пшеницы озимой от трипса пшеничного за счет более широкого использования устойчивых сортов интенсивного типа. Для достижения поставленной цели крайне важным является определение уровня устойчивости сортов к этому фитофагу, а также установление ее природы.

Материалы и методика исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2014–2015 гг. в питомнике экологического сортоиспытания Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН (МИП им. В.Н. Ремесло). Проведена оценка уровня устойчивости 20 новых сортов пшеницы озимой селекции МИП им. В.Н. Ремесло к трипсу пшеничному по 9-бальной шкале.

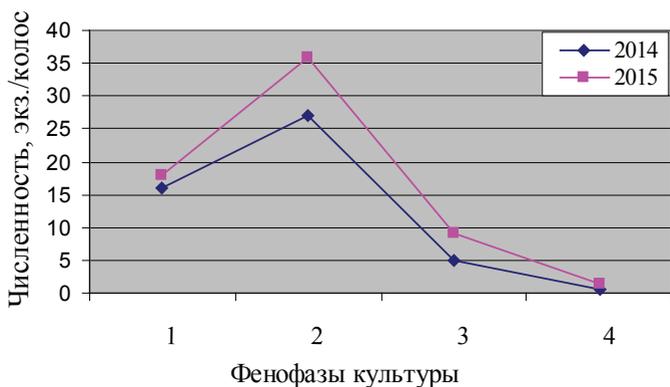
Закладка опытов и проведение учетов и наблюдений осуществляли по общепринятым методикам [2, 7, 12]. Агротехника возделывания пшеницы озимой общепринятая для зоны. Полевые опыты были заложены на почвах черноземного типа.

Учеты численности популяции трипса проводили в конце фазы выхода в трубку и молочной спелости зерновки пшеницы озимой. В конце фазы выхода в трубку степень заселения растений имаго вредителя определяли методом кошения энтомологическим сачком. Кошения проводили в солнечную погоду, в полдень, взмахи делали через каждый шаг. Для определения численности личинок трипса в

конце фазы молочной спелости зерновки с каждого участка сорта отбирали растительные пробы (по 30 колосков) и анализировали каждый колосок и зерновку отдельно.

Результаты исследований. По результатам наших исследований в 2014 г. в посевах пшеницы озимой выявлено 2 вида трипсов: пшеничный (*Haplothrips tritici* Kurd.) и пустоцветный (*Haplothrips aculeatus* Fabr.). Наиболее распространенный и вредный вид – пшеничный трипс.

Установлено, что начало заселения пшеницы озимой трипсом пшеничным отмечено во второй декаде мая, когда культура находилась в фазе выхода в трубку, за влагалищем верхнего листа которого, скапливались имаго вредителя. Пик максимальной численности имаго на посевах наблюдался в фазе колошения и составил 640 ос./100 взмахов сачком. В фазе цветения пшеницы озимой количество взрослых особей трипса уменьшилось до 300 ос./100 взмахов сачком в результате естественной смертности вредителя. Отрождение личинок пришлось на фазу формирования зерновки. Массовое заселение посевов пшеницы озимой личинками трипса проходило в фазу молочной спелости зерна – 27 ос./колос. С наступлением восковой и полной спелости зерна наблюдалось резкое снижение численности популяции, поскольку по мере созревания и высыхания зерновок личинки переходят из колосьев в прикорневую часть растений и в почву (рис. 1).



1 – формирование зерновки, 2 – молочная спелость зерна, 3 – восковая спелость зерна, 4 – полная спелость зерна

Рисунок 1 – Сезонная динамика численности личинок пшеничного трипса на пшенице озимой сорта Богдана (Киевская обл., МИП им. В.Н. Ремесло НААН, 2014–2015 гг.)

По результатам наших исследований в 2015 году кроме пшеничного и пустоцветного трипсов были обнаружены в посевах культуры единичные особи трипса полевого (*Chirotrips manicatus* Hal.) и ржаного (*Limothrips denticornis* Hal.).

В фазе колошения пшеницы озимой численность популяции трипса была максимальной и составила 830 ос./100 взмахов сачком, в фазе цветения количество взрослых особей уменьшилось до 410 ос./100 взмахов сачком в результате естественной смертности вредителя. Массовое заселение посевов культуры личинками трипса проходило в фазу молочной спелости зерна – 36 ос./колос. Таким образом, численность имаго и личинок трипса была значительной и превышала экономический порог вредоносности.

Количество имаго пшеничного трипса на посевах пшеницы озимой в питомнике экологического сортоиспытания в 2014 г. менялось по сортам от 320 (Горлица мироновская) до 1010 ос./100 взмахов сачком (Берегиня мироновская) в конце фазы выхода в трубку и от 7,9 (Ремесливна) до 56,8 ос./колос (Господыня мироновская) в фазу молочной спелости. В условиях 2015 г. наименее привлекательным для заселения имаго трипса в конце фазы выхода в трубку оказался сорт Легенда Мироновская (300 ос./100 взмахов сачком), в фазу молочной спелости – сорт Мироновская раннеспелая (7,8 лич./колос). Однако численность имаго на сорте Мироновская раннеспелая в конце фазы выхода в трубку была самой высокой (1450 ос./100 взм. сачком) (табл. 1).

Среди исследуемых сортов наименее привлекательными при учете личинок пшеничного трипса, а значит с наиболее выраженным антиксенотическим действием (непригодностью растений для откладки яиц имаго фитофагов) были сорта Ремесливна (2–3 балла), Мироновская раннеспелая (2,4–2,9), Монотип (2,2–2,7), Смуглянка (2,2–2,4), Берегиня мироновская (2,0–2,4), Оберег Мироновский (2,0–2,1) и Веста (2,0) (табл. 2).

Антибиоз (коэффициент размножения) рассчитывали делением численности личинок трипса с колоса на показатель количества имаго. Самым большим этот коэффициент был на сорте Мирхад (8,55 в 2014 г. и 8,2 в 2015 г. – эталон), от которого рассчитывали уменьшение на других сортах, а по шкале (табл. 3) определяли балл.

По антибиозу наиболее устойчивыми оказались сорта Мироновская раннеспелая (1,8–3,8 балла), Ремесливна (2,2–3,5), Колос Мироновщины (1,9–3,1), Веста (1,9–3,2), Берегиня Мироновская (2,9–3,0), Богдана (3,0–2,0) и Наталка (2,0–2,8). Наименее устойчивым был позднеспелый сорт Мирхад (0,4) (табл. 2).

Таблица 1 – Заселенность сортов пшеницы озимой пшеничным трипсом (Киевская обл., МИП им. В.Н. Ремесло НААН, 2014–2015 гг.)

Сорт	Численность по годам						Среднее за 2 года	
	2014			2015				
	конец выхода в трубку, имаго/100 взм. сачком	молочная спелость, личинок/колос	уменьшение к эталону, %	конец выхода в трубку, имаго/100 взм. сачком	молочная спелость, личинок/колос	уменьшение к эталону, %	конец выхода в трубку, имаго/100 взм. сачком	молочная спелость, личинок/колос
Мирхад	440	37,6	0	490	49,2	0	465	43,4
Мионовская раннеспелая	360	16,6	46,1	1450	7,8	93,9	905	12,2
Веста	540	24,0	48,1	1050	21,2	75,6	795	22,6
Ремесливна	510	7,9	89,0	450	20,2	45,1	960	14,1
Смуглянка	470	16,6	58,7	400	17,6	46,3	435	17,1
Снижана	570	17,5	64,1	690	32,2	39,8	630	24,9
Богдана	730	14,1	77,5	610	30,8	17,1	670	22,5
Монотип	470	13,2	67,3	400	18,0	45,1	435	15,6
Достаток	580	26,1	47,4	500	27,2	34,1	540	26,7
Наталка	950	22,6	72,2	450	21,8	41,5	700	22,2
Колос Мионовщины	940	17,6	78,1	500	26,0	63,4	720	21,8
Ювиляр Мионовский	890	47,9	37,1	500	20,2	51,2	695	34,1
Мирлена	600	22,5	56,1	600	26,2	46,3	600	24,4
Легенда Мионовская	940	31,6	60,7	300	12,0	51,2	620	21,8
Оберег Мионовский	410	23,6	32,6	750	19,2	68,3	580	21,4
Свитанок Мионовский	520	29,3	34,2	500	27,0	34,1	510	28,2
Мионовская златоверхая	540	24,4	47,1	750	40,0	35,4	645	32,2
Берегиня мионовская	1010	23,5	72,7	600	14,8	69,5	805	19,2
Господня мионовская	820	56,8	19,1	550	34,2	24,4	685	45,5
Горлица мионовская	320	24,8	9,4	850	30,8	56,1	585	27,8

Таблица 2 – Аддитивная устойчивость сортов пшеницы озимой к трипсу пшеничному (Киевская обл., МИП им. В.Н. Ремесло НААН, 2014–2015 гг.)

Сорт	Устойчивость по типу, балл										Среднее за 2 года, балл
	2014 год					2015 год					
	антиксеноз	антибиоз	толерантность	уклонение	аддитивная	антиксеноз	антибиоз	толерантность	уклонение	аддитивная	
Мирхад	1,2	0,4	0,9	0,1	2,6	0,35	0,4	0,9	0,1	1,8	2,2
Мионовская ран- неспелая	2,4	1,8	1,1	0,9	6,2	2,9	3,8	1,1	0,9	8,7	7,5
Веста	2,0	1,9	1,0	0,8	5,7	2,0	3,2	1,0	0,8	7,0	6,4
Ремесливна	3,0	3,5	0,9	0,8	8,2	2,0	2,2	0,9	0,8	5,9	7,1
Смуглянка	2,4	2,3	1,1	0,8	6,6	2,2	2,2	1,1	0,8	6,3	6,5
Снижана	2,4	2,5	0,8	0,8	6,5	1,2	2,1	0,8	0,8	4,9	5,7
Богдана	2,6	3,0	0,9	0,8	7,3	1,3	2,0	0,9	0,8	5,0	6,2
Монотип	2,7	2,6	0,9	0,8	7,0	2,2	2,2	0,9	0,8	6,1	6,6
Достаток	1,9	1,8	0,8	0,8	5,3	1,5	1,8	0,8	0,8	4,9	5,1
Наталка	2,1	2,8	1,1	0,8	6,8	1,9	2,0	1,1	0,8	5,8	6,3
Колос Миронов- щины	2,4	3,1	1,1	0,8	7,4	1,6	1,9	1,1	0,8	5,4	6,4
Ювиляр Миронов- ский	0,8	1,4	1,2	0,8	4,2	2,0	2,4	1,2	0,8	6,4	5,3
Мирлена	2,4	2,2	1,0	0,8	6,4	1,6	2,2	1,0	0,8	5,6	6,0
Легенда Миронов- ская	1,5	2,4	1,0	0,8	5,7	2,6	2,4	1,0	0,8	6,8	6,3
Оберег Миронов- ский	2,0	1,3	0,9	0,9	5,0	2,1	2,9	0,9	0,9	6,8	5,9
Свитанок Миро- новский	1,6	1,3	1,0	0,8	4,8	1,5	1,8	1,0	0,8	5,1	5,0
Мионовская злато- верхая	2,0	1,8	1,0	0,8	5,6	0,8	1,8	1,0	0,8	4,4	5,0
Берегиня мионов- ская	2,0	2,9	1,2	0,8	6,9	2,4	3,0	1,2	0,8	7,4	7,2
Господыня миро- новская	0,35	0,9	1,1	0,8	3,2	1,1	1,5	1,1	0,8	4,5	3,9
Горлица мионов- ская	1,8	0,6	1,1	0,8	4,3	1,3	2,5	1,1	0,8	5,7	5,0

Таблица 3 – Шкала для определения фактического уровня устойчивости сорта, изучается при сравнении показателей с неустойчивым сортом стандартом

Балл	Уменьшение от неустойчивого, %	Уровень устойчивости
9	> 90	Высокоустойчивый
8	90–81	Высокоустойчивый
7	80–71	Устойчивый
6	70–61	Устойчивый
5	60–51	Среднеустойчивый
4	50–41	Среднеустойчивый
3	40–31	Слабоустойчивый
2	30–15	Слабоустойчивый
1	< 15	Неустойчивый

Толерантность сортов (восстановление утраченных органов растений без уменьшения производительности) к повреждению трипсами определяли по маркерным признакам устойчивости: масса 1000 зерен, содержание белка и клейковины (табл. 4). При сравнении показателей характеристики сортов, установлено, что наиболее толерантными были Ювиляр Мироновский и Берегиня Мироновская (по 1,2), Мироновская раннеспелая Смуглянка, Наталка, Колос Мироновщины, Господня мироновская и Горлица мироновская (по 1,1 балла). У сортов Веста, Мирлена, Легенда Мироновская, Свитанок Мироновский и Мироновская златоверхая толерантность была на уровне 1 балла (табл. 2).

Считается, что на заселенность растений трипсом различных сортов существенно влияют сроки выколашивания пшеницы. Раннеспелые сорта уклоняются от заселения личинками пшеничного трипса. Поэтому, самый высокий балл устойчивости по типу уклонение (не совпадение уязвимых фенофазы растений с развитием вредной стадии фитофагов) получил раннеспелый сорт Мироновская раннеспелая (0,9 балла). У сортов, которые относились к среднеранней и среднеспелой группе, устойчивость за уклонением была на уровне 0,8 балла (90,0% от исследованных нами сортов). Наименьший показатель по этому признаку отмечен для позднеспелого сорта Мирхад (0,1 балла) (табл. 2).

Для расчета аддитивного балла устойчивости сортов все баллы по шкале (табл. 3) умножали на соответствующие коэффициенты, а именно: антибиоз на 0,40, антиксеноз – 0,35, толерантность – 0,15, уклонение – 0,10.

Таблица 4 – Характеристика сортов пшеницы озимой для определения уровня устойчивости к трипсу пшеничному (Киевская обл., МИП им. В.Н. Ремесло НААН, 2014–2015 гг.)

Сорт	Группа спелости (уклонение)		Масса 1000 зерен (тол.**)		Содержание белка (тол.)		Содержание клейковины (тол.)	
	*	балл	г	балл	%	балл	%	балл
Мирхад	ПС	1	37,7	4,2	13,2	6,1	30	7,9
Мироновская ранне-спелая	РС	9	45,7	6,9	14,4	8,2	30,8	8,4
Веста	СС	8	40,8	4,6	13,6	6,6	32,8	9,0
Ремесливна	СР	8	36,3	3,9	14,3	8,3	27,8	4,8
Смуглянка	СР	8	41,5	5,9	13,7	6,7	32,4	8,8
Снижана	СС	8	42,5	6,1	10,9	1	32	8,7
Богдана	СС	8	40,5	4,5	13,8	6,8	29,5	6,8
Монотип	СС	8	39,0	4,4	14,1	8	29,0	6,5
Достаток	СС	8	39,3	4,4	13,3	6,3	28,2	6,1
Наталка	СР	8	38,9	4,3	15,4	8,8	32,8	9,0
Колос Мироновщины	СС	8	42,0	5,9	13,9	6,9	31,5	8,5
Ювильяр Мироновский	СС	8	43,6	6,7	14,8	8,5	31,8	8,6
Мирлена	СС	8	37,9	4,3	13,5	6,5	32	8,7
Легенда Мироновская	СР	8	47,1	8	13,0	5,9	28,8	6,2
Оберег Мироновский	СР	8	51,1	8,9	12,0	3	28,2	6,1
Свитанок Мироновский	СС	8	50,2	8,8	12,0	3	30,7	8,2
Мироновская злато-верхая	СС	8	41,2	5,8	13,5	6,5	31	8,4
Берегиня мироновская	СР	8	44,1	7	14,0	7,9	32	8,7
Господыня миронов-ская	СС	8	47,4	8,1	13,9	6,9	28,1	6,0
Горлица мироновская	СР	8	46,5	7,9	13,0	5,9	30	7,9

Примечание: 1. – * ПС – позднеспелый, РС – раннеспелый, СС – среднеспелый, СР – среднеранний, СП – среднепоздний, 2. – ** тол. – толерантность.

Проанализировав аддитивную (общую) устойчивость сортов пшеницы озимой против пшеничного трипса, в среднем за 2 года исследований выявлено 11 устойчивых сортов (7–6 баллов) – Мироновская ранне-спелая, Веста, Ремесливна, Смуглянка, Богдана, Монотип, Наталка, Колос Мироновщины, Мирлена, Легенда Мироновская и Берегиня мироновская. Среднеустойчивыми (5–4 баллов) оказались сорта Снежана, Достаток, Ювильяр Мироновский, Оберег Мироновский, Свитанок Мироновский, Мироновская злато-верхая и Горлица мироновская.

Следует отметить, что образцы, которые проявили устойчивость к пшеничному трипсу, принадлежат к сортам интенсивного типа, отмечаются интенсивными начальными

ростовыми процессами и кущением, раннеспелостью и среднеспелостью, с высоким содержанием белка и клейковины в зерне, плотностью прилегания чешуек, хорошим исполнением зерновок, неглубокой бороздкой.

Выводы. За последнее десятилетие широкое распространение и высокую численность получил пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), который является опасным вредителем пшеницы озимой. За 2014–2015 гг. исследований средняя численность этого фитофага в МИП НААН варьировала по сортам от 435 до 960 ос./100 взмахов сачком (конец фазы выхода в трубку) и от 12,2 до 45,5 лич./колос (фаза молочной спелости).

По результатам исследований выявлено 11 устойчивых сортов (7–6 баллов) – Мироновская раннеспелая, Веста, Ремесливна, Смуглянка, Богдана, Монотип, Наталка, Колос Мироновщины, Мирлена, Легенда Мироновская и Берегиня мироновская. Среднеустойчивыми (5–4 баллов) оказались сорта Снежана, Достаток, Ювиляр Мироновский, Оберег Мироновский, Свитанок Мироновский, Мироновская златоверхая и Горлица мироновская.

Сорта, которые проявили устойчивость к пшеничному трипсу, отмечаются раннеспелостью и среднеспелостью, с высоким содержанием белка и клейковины в зерне, плотностью прилегания чешуек, неглубокой бороздкой.

Список литературы

1. Трибель, С.О. Стейкі сорти. Радикальне розв'язання проблеми зменшення втрат урожаю від шкідливих організмів / С.О. Трибель // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 6. – С. 6–7.
2. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб // С.О. Трибель, [та ін.]; / за ред. С.О. Трибеля. – Київ: Колоб'іг, 2010. – 392 с.
3. Федоренко, В.П. Оцінка сортотразків м'якої озимої пшениці на стійкість проти пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd.) / В.П. Федоренко, С.О. Трибель, Т.В. Топчій // Захист і карантин рослин: міжвід. тем. наук. зб. Київ – 2008. – Вип. 54. – С. 418–429.
4. Тимралеєв, З.А. К изучению биоэкологии пшеничного трипса в Мордовии. Эколого-фаунистические исследования в Нечерноземной зоне РСФСР / З.А. Тимралеєв, О.Е. Четвергова. – Саранск, 1983. – С. 133–138.
5. Байдик, Г.В. Сільськогосподарська ентомологія: підручник // Є.М. Білецький, М.О. Білик; / за ред. Б.М. Литвинова, М.Д. Євтушенка. – Київ: Вища освіта, 2005. – 511 с.
6. Танский, В.И. Вредоносность пшеничного трипса / В.И. Танский // Защита растений. – 1960. – № 7. – С. 23–25.
7. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В.П. Омелюти. – Київ: Урожай, 1986. – 296 с.
8. Рубан, М.Б. Трипси – небезпечні шкідники зернових злакових культур / М.Б. Рубан, С.М. Біляк, Я.О. Лікар // Захист і карантин рослин: міжвід. тем. наук. зб. Київ – 2012. – Вип. 58. – С. 171 – 179.
9. Топчій, Т.В. Стейкі сорти озимої пшениці і їх роль в регулюванні чисельності сисних фітофагів (аналітичний огляд) / Т.В. Топчій // Захист і карантин рослин:

міжвід. тем. наук. зб. Київ – 2012. – Вип. 58. – С. 247 – 262.

10. Шапиро, И.Д. Иммунитет растений к вредителям и болезням / И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова, Э.И. Слепян – М.: Агропромиздат, 1986. – 172с.

11. Трибель С.О. Стійкі сорти: проблеми і перспективи / С.О. Трибель // Карантин і захист рослин. Київ – 2005. – № 4. – С. 3–5.

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

S.O. Trybel¹, O.O. Strygun¹, Yu.N. Suddenko²

¹*Institute of Plant Protection of National Academy of Agrarian Sciences, Kiev, Ukraine*

²*The V.M. Remeslo Myronovka Institute of Wheat of National Academy of Agrarian Sciences, village Tsentralne, Kiev district, Ukraine*

WHEAT THRIPS (HAPLOTHRIPS TRITICI KURD.) AND RESISTANCE OF WINTER WHEAT AGAINST IT

Annotation. Results of resistance level assessment's of the modern and perspective varieties of the winter wheat breeding of The V.M. Remeslo Myronovka Institute of Wheat against thrips (*Haplothrips tritici* Kurd.). Among the 20 varieties studied showed 11 resistant (7–6 points) – Myronovskaia rannespelaia, Vesta, Remeslyvna, Smuhlianka, Bohdana, Monotyp, Natalka, Kolos Myronovshchyny, Myrlena, Lehenda myronovskaia, Berehynia myronovskaia and 7 medium resistant (5–4 points) – Snezhana, Dostatok, Yuvyliar myronovskyi, Obereh myronovskyi, Svytanok myronovskyi, Myronovskaia zlatoverkhaia, Horlytsa myronovskaia. Established types of resistant, that prevail in different variety samples. Identified marker features, typical for the resistant variety against this phytophage.

Key words: winter wheat, wheat thrips, resistance, varieties, marker characteristics.

**В.П. Федоренко, П.Я. Чумак, О.О. Сыкало, Я. В. Шейко,
С.М. Вигера, В.П. Ковальчук**
Институт защиты растений НААН Украины, г. Киев

БЕЛОКРЫЛКА ТАБАЧНАЯ *BEMISIA TABACI* GENN. В ТЕПЛИЦАХ Г. КИЕВА И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

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

Аннотация. Описан оригинальный способ идентификации *Bemisia tabaci* и *Trialeurodes vaporariorum* по имаго, который более пригоден для практикующих специалистов защиты растений. Установлено, что Комплексон-2п проявил эффективность 65,22–91,39%, позволяющую сдерживать численность популяций *Bemisia tabaci* на достаточно низком уровне.

Ключевые слова: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, имаго, идентификация, защита растений.

Введение. В Украине до последнего времени в условиях закрытого грунта распространенной было лишь тепличная белокрылка – *Trialeurodes vaporariorum* Westw. Карантинной службой Украины сообщалось об обнаружении единичных экземпляров белокрылки табачной (*Bemisia tabaci* Genn.) в теплицах гг. Николаева и Ивано-Франковска [2].

В оранжереях и теплицах г. Киева в 2014–2015 гг. на завезенных с Западной Европы растениях пуансеттии (*Poinsettia pulcheriana* Wild.) нами была выявлена белокрылка табачная *Bemisia tabaci* Genn. В нашем случае вредитель заселял растения пуансеттии до 60–80 нимф/лист.

Современная диагностика белокрылок осуществляется исключительно по признакам нимф. Для сравнения табачной и оранжерейной белокрылок, которые наиболее широко распространены в закрытом грунте, разработаны диагностические протоколы [6, 7].

Наш опыт работы по защите растений от этих вредителей показал, что идентификация по признакам нимф может быть осуществлена лишь при массовом размножении. В то же время, точное знание вида является определяющим при выборе методов и средств защиты растений от этих вредителей. С практической точки зрения важно различать этих насекомых на ранней стадии заселения ими оранжерей и теплиц.

С целью своевременного выявления белокрылок широко используются два метода – тщательное регулярное обследование растений в теплицах и отлавливание имаго на желтые клеевые

ловушки. Первый метод трудоёмок и ориентирован, в первую очередь, на выявление нимф на листьях. Отловленные же особи имаго на клеевые ловушки, как правило, не используются для идентификации насекомых.

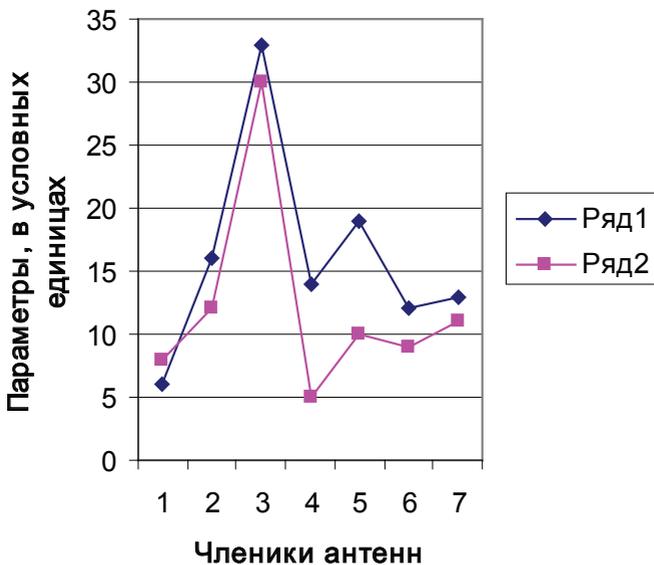
Нами установлено, что у попавших в ловушки особей, голова и антенны, а также брюшко могут быть использованы для определения видов.

Методы исследования. Имаго белокрылок отлавливали на желтые клеевые ловушки. Микроскопические препараты имаго готовили по методике К.К. Фасулати [4]. Для измерений размеров тела и некоторых органов насекомых использовали микроскоп с окуляр-микрометром с точностью до 0,001 мм или микроскоп «Primo Star» с соответствующей программой измерений. Данные параметров члеников антенн обработаны с помощью пакета прикладных программ Statistica Ph 6.0 и Microsoft Excel. Извлечение и испытание биологически активных веществ из растений проводили соответственно рекомендациям А.Н. Васиной [1] и Н.В. Цицина [5].

Результаты и обсуждение. Измерения антенн оранжерейной и табачной белокрылок показали, что линейные параметры члеников антенн не одинаковые. Параметры антенн оранжерейной белокрылки в 1,32 раза превышают длину антенн белокрылки табачной. В связи с тем, что на препаратах, изготовленных из насекомых, взятых из липких ловушек сложно промерять первый и второй членики, а это влияет на общий результат определения длины антенн, к тому же, полученный коэффициент (1,32) не достаточен для идентификации видов, были проанализированы параметры всех члеников антенн.

Сравнение линейных размеров члеников антенн показало, что 3-й членик у обоих видов исследуемых насекомых в три и более раза длиннее всех других члеников. Разница параметров 3-го членика между этими видами несущественна. У белокрылки оранжерейной третий членик лишь в 1,09 раза длиннее, нежели в белокрылки табачной. Существенная разница параметров наблюдается лишь между двумя следующими члениками. Так, у белокрылки оранжерейной 4-й членик в 2,7, а 5-й членик в 1,9 раза длиннее, нежели эти же членики у белокрылки табачной (рис.).

Определение соотношения линейных параметров наиболее длинного 3-го членика и других члеников антенн показало, что существенная разница проявляется лишь между коэффициентами 4-го членика. Так, у белокрылки оранжерейной он составляет 0,45, а у белокрылки табачной – 0,18. Таким образом, соотношение 3-го и 4-го членика белокрылки оранжерейной в 2,5 раза выше, нежели белокрылки табачной.



**Рисунок – Линейные параметры члеников антенн
оранжерейной (ряд 1) и табачной (ряд 2) белокрылки.
Членики антенн: 1-й – 7-й членики**

Одним из перспективных направлений экологически ориентированной защиты растений от вредных организмов является использование комплекса естественных биологически активных соединений растений. Высоким содержанием таких соединений характеризуются многие так называемые инсектицидные растения. Их токсические свойства используются против вредителей и болезнетворных микроорганизмов с глубокой древности. Преимуществом применения препаратов из инсектицидных растений является то, что они относительно быстро разлагаются, малотоксичны или совершенно не токсичны для человека, в выращиваемой продукции отсутствуют их следы и следы их производных. А самое главное – за всю тысячелетнюю историю их использования не зарегистрировано возникновения устойчивости вредных организмов к комплексу биологически активных соединений растений. Естественно, у препаратов из растений имеется множество и своих недостатков (например, трудоемкий процесс приготовления и кратковременный срок хранения). В то же время, ассортимент высокоэффективных и малотоксичных для человека синтетических препаратов, вырабатываемых промышленностью, в настоящее время сравнительно

невелик. Поэтому исследования по поиску новых экологически безопасных и повышение эффективности применяемых препаратов из растений представляет большой научный и практический интерес.

До последнего времени создание препаратов из экстрактов растений проходило преимущественно путем поиска новых видов растений с инсектицидными свойствами. Одним из перспективных направлений изыскания новых экологически безопасных средств из растений, на наш взгляд, является создание комплексных препаратов, в которые входят экстракты из нескольких видов растений. В основе создания таких препаратов находится явление синергизма. Поэтому подбор компонентов, усиливающих токсичность каждого из них в отдельности, проводили среди известных своей токсичностью инсектицидных видов растений.

Для защиты пуансетии от табачной белокрылки был использован препарат Комплексон-2п [3], включающий водные настои табачной пыли, перца горького и масло рапсовое с эмульгатором. Испытание препарата показало (табл.), что при добавлении к маслу рапсовому с эмульгатором всех приведенных компонентов токсичность препарата значительно увеличивается.

Следует отметить, что водные экстракты с табака и перца горького малотоксичные для человека и довольно быстро теряют токсичность относительно других полезных организмов (например, широко используемого клопа макролофуса – *Macrolophus nubilis* H.S.).

Выводы. Таким образом установлено, что соотношения линейных параметров наиболее длинного 3-го и 4-го членика белокрылки оранжерейной в 2,5 раза выше, нежели белокрылки табачной. У белокрылки оранжерейной он составляет 0,45, а у белокрылки табачной – 0,18.

Препарат Комплексон-2п, включающий водные настои табачной пыли, перца горького и масло рапсовое с эмульгатором является высокоэффективным средством регулирования плотности белокрылки табачной. Техническая эффективность уничтожения личинок 1–2-го возрастов составляет 91,39%.

Таблица – Эффективность действия препарата Комплексон-2п против табачной белокрылки

Стадия и возраст	Техническая эффективность, % на 5-е сутки	
	Эталон (масло рапсовое с эмульгатором)	Комплексон-2п
Яйцо	80,32±5,4	87,64±3,6
Личинки 1-2-го возраста	84,57±6,9	91,39±7,3
Личинки 3-4-го возраста	61,12±9,1	65,22±8,5

Список литературы

1. Васина А.Н. Использование растений диких видов для борьбы с вредителями садовых и овощных культур // Издание второе. – М.: Колос, 1972. 81 с.
2. Кудіна Ж.Д. Карантинні білокрилки. Моніторинг в Україні та діагностування / Карантин і захист рослин, 2008, № 10, с. 23–26.
3. Пат.47717, МПК(2009)A01P15/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Комплексон-2п» // Вигера С.М., Чумак П.Я., Школьна Л.С. – № 47717; заявл.09.07.2009; опубл. 25.02.2010. – Бюлл. №4. – 3с.
4. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1961. – 286 с.
5. Цицин Н.В., Ковтуненко В.Ф., Поляков Д.К. и др. Некоторые способы повышения активности растительных акарицидов // Защита растений от вредителей и болезней: Сб. статей. М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1973. – С. 167 – 170.
6. Diagnostic protocol for regulated pests for *Bemisia tabaci* European and Mediterranean Plant Protection Organization. – PM, 2002: 7/ (1) 03, 10081 / WPPR Point 11.3.
7. Diagnostic protocol for regulated pests. Protocoles de diagnostic pour les organismes reglementes. PM 7/35 / Bulletin OEPP/EPPO. – 2004, vol. 34, p. 155–157.

V.P. Fedorenko, P.Y. Chumak, O.O. Sykalo, Y.V. Sheyko.

C.M. Viger, V.P. Kovalchuk

Institute of Plants Protection National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

TOBACCO WHITEFLY *BEMISIA TABACI* GENN. IN GREENHOUSES IN KIEV AND THE RESPONSE TO IT

Annotation. The article describes original method of identification tobacco and the glasshouse whitefly (*Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*) imago, which can be used to identify practitioners of plant protection. It is established that Complexon-2p revealed the efficiency 65,22– 91,39%, enabling to contain populations of *Bemisia tabaci* at a low level..

Key words: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, imago, antennae, plant protection.

Я.Г. Цыцюра

Винницкий национальный аграрный университет, Украина

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ФАУНЫ ФИТОФАГОВ АГРОЦЕНОЗА РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

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

Резюме. Проведены исследования по уточнению видового состава вредной энтомофауны редьки масличной. *Установлены особенности формирования энтомокомплекса в разные периоды развития культуры. Выявлено 36 видов фитофагов, которые принадлежат к 6 отрядам и 14 семействам с разделением их на категории по частоте выявления.*

Ключевые слова. Энтомокомплекс, семейство, вегетационный период, заселение, вредители, редька масличная.

Введение. Сельскохозяйственные культуры из семейства капустные являются источником питания для многих многоядных и специализированных видов насекомых. В своих исследованиях О. П. Кришталь [1] указывает более чем на 90 их видов. Для редьки масличной видовой состав её вредителей в условиях Украины – вопрос малоизученный и актуальный. Во-первых, несмотря на многоцелевое использование культуры, в том числе и биоэнергетическое, для Украины она входит в категорию малораспространённых. Во-вторых, для условий Украины подобные исследования вообще не проводились. Последние данные по этому вопросу изложены в работах Ю.А. Утеуша, М.Г. Лобаса [2] и относятся к общему указанию наиболее вредоносных видов.

Исследованию этого вопроса, преимущественно в условиях почвенно-климатических зон Севера и Востока Российской Федерации, Республики Беларусь и Прибалтики, посвящены труды К.А. Моисеева, В.П. Мишурова [3], Э.Я. Базилева и др. [4], А.А. Пешковой, Н.В. Дорофеева [5], Т. Csavajda [6]. Ими отмечены некоторые особенности питания фитофагов культуры, определена вредоносность отдельных видов. В своей предыдущей публикации мы обобщили результаты их работ, выделив 53 вида вредителей, которые принадлежат к 5 отрядам и 9 семействам, отметив, что снижение урожая семян культуры при средней заселённости вредителями всходов составляет 30%, а вредителями генеративной части – до 65–70% [7]. Поэтому,

контроль за численностью насекомых-вредителей на посевах редьки масличной – необходимое условие получения высоких и стабильных её урожаев.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в 2010–2015 гг. на посевах редьки масличной (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) на опытном поле Винницкого национального аграрного университета (ВНАУ). Для учета насекомых применяли общепринятые методики с применением ящика Петлюка, кошениа энтомологическим сачком, ловушек Барбера [8, 9]. Определения таксономической принадлежности насекомых проводили используя определитель насекомых Европейской части СССР [10] в сотрудничестве с специалистами Винницкой фитокантинной инспекции и учёными биологического факультета Винницкого педагогического университета.

Результаты исследований. Результаты наших многолетних исследований установлено, что, несмотря на непродолжительное существование агробиоценоза редьки масличной (85 – 105 дней), её энтомофауна представлена значительным многообразием видового состава, таксономическая структура которого показана на рисунке. Следует заметить, что представленные данные подтверждают существенную близость структуры вредных насекомых у таких культур как рапс и горчица изложенную в публикациях В.С. Журавского [11] и С.В. Станкевича [12].

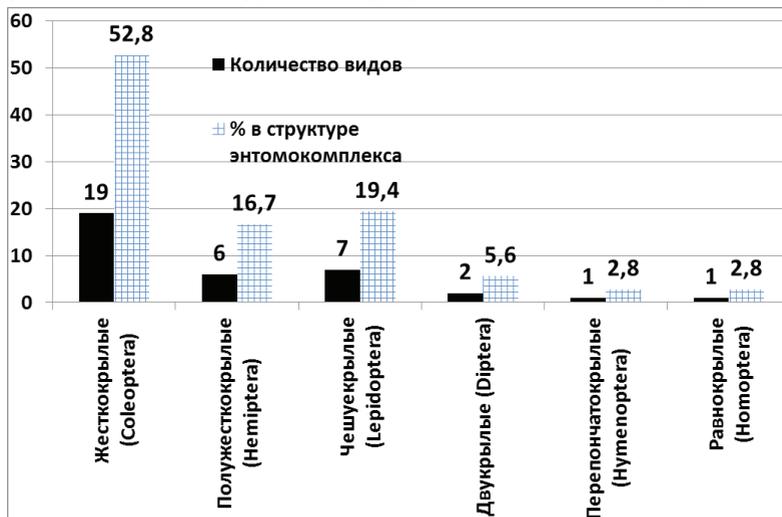


Рисунок – Таксономическая структура фауны вредителей редьки масличной экспериментального поля ВНАУ (2010–2015 гг.).

Общее число учтённых видов вредителей составляет 36 из 6 отрядов. В систематическом отношении наибольшее количество вредителей от общего их числа принадлежит к отряду жесткокрылые (Coleoptera) – 52,8 % в общей структуре энтомокомплекса, чешуекрылые (Lepidoptera) – 19,4 % и полужесткокрылые (Hemiptera) – 16,7 %. Видовой состав вредителей редьки масличной представлен в таблице.

К массовым видам, которые систематически вредят, принадлежат в порядке их вредоносности: крестоцветные блошки – черная (*Phyllotreta atra* F.) и синяя (*Phyllotreta nigripes* F.), рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.), моль капустная (*Plutella maculipennis* Curt.) и тля капустная (*Brevicoryne brassicae* L.). Из них 3 вида принадлежат к отряду Coleoptera, 1 вид – к отряду Homoptera, и один – к отряду Lepidoptera. Указанные виды вредят в разные фенологические стадии развития редьки масличной.

В период формирования семядолей – фаза розетки культуры, что соответствует третьей декаде апреля – первой декаде мая, в структуре фауны фитофагов доминируют крестоцветные блошки: синяя (*Phyllotreta nigripes* F.) (53,4–61,5%) от общей их численности, чёрная (*Phyllotreta atra* F.) (28–33,6%) светлоногая (*Phyllotreta nemorum* L.) (4,7–6,3%) волнистая (*Phyllotreta undulata* Kutsch.) (0,3–0,6%), выемчатая (*Phyllotreta vitata* F.) (5,5–6,1%), хреновая (*Phyllotreta armoraciae* Koch.) (0,2–0,4%). Три последних вида нестабильны по численности и выявлению. Динамика численности двух первых видов блошек за годы исследований в пик наиболее высокой численности была в интервале 16–52 экз./м², что в 5–17 раз превышает ЭПВ. Заселение всходов начиналось при появлении семядольных листьев, с последующим нарастанием численности в фазу полных всходов – начала формирования розетки. Численность вредителя снижается в фазу от начала цветения до формирования стручков, но отдельные экземпляры выявляются и в период жёлтой спелости стручков. Развитию вредителя и увеличению его вредоносности способствует сухая жаркая погода с периодическим увлажнением (пик численности отмечен в 2012 году при ГТК 0,433 – 52 экз./м²).

Следующий период развития редьки масличной связан с интенсивным нарастанием её вегетативной массы и дифференциацией стеблевой части. Именно в этот этап активно нарастет численность представителей отряда Hemiptera: клопа полевого (*Lygus pratensis* L.), рапсового (*Eurydema oleracea* L.), капустного

(*Eurydema ornata* L.), разрисованного (*Eurydema ventralis* Kol.). Два последних вида учитываются в отдельные годы уже до начала всходов культуры (первая – вторая декада апреля). Установлена структура фауны видового состава клопов с равномерным распределением каждого вида с незначительным доминированием капустного и разрисованного. Численность клопов нарастает до периода цветения – жёлто-зелёная спелость стручков (I декада июня – II декада июля) от $1,8 \pm 0,7$ до $3,3 \pm 0,5$ экз./м², в зависимости от года исследований. Согласно нашим исследованиям, нарастанию их численности способствует умеренно тёплая и влажная погода (максимальная численность 2,5–3,3 экз./м² отмечена в 2012 и 2013 гг. при ГТК за период июнь–июль 1,080–2,020). Однако, несмотря на, несмотря на масовость видов, вредоносность клопов на редьке масличной низкая и на формировании урожая как листостебловой массы, так и семян – существенно не сказывается.

В период завершения стеблевания редьки масличной (третья декада мая – первая декада июня), особенно в 2014 и 2015 гг., активно нарастает численность капустной моли (*Plutella maculipennis* Curt.), которая, при условии засушливого периода, создает достаточно существенную угрозу для дальнейших ростовых процессов культуры, повреждая листовую аппарат верхних и средних ярусов до 60%. По результатах наших учётов в период бутонизация – начало цветения заселённость этим вредителем составляла от $0,9 \pm 0,3$ гусениц/растение в 2011 году до $8,6 \pm 0,7$ гусениц/растение – в 2014 году при ЕПВ 3–4 гусеницы/растение. Способствует росту численности вредителя тёплая и влажная погода, особенно в период лёта имаго (в 2014–2015 гг. ГТК составил 1,203–1,504).

В фазу бутонизации культуры наиболее вредоносным является рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.). Его численность нарастала последовательно. Первые имаго выявлялись уже в начале бутонизации культуры (первая – вторая декада мая) с пиковым значением в период полного цветения (первая – вторая декада июня).

Максимальная заселённость вредителем была отмечена в 2015 году – $8,6 \pm 0,4$ экз./растение, минимальная – в 2013 году – $5,3 \pm 0,6$ экз./растение (при ЕПВ 2–3 имаго/растение), чему способствовал гидротермический режим периода заселения в эти годы. Развитию вредителя способствует умеренно влажная погода, которая, в свою очередь, положительно влияет на продолжительность фазы цветения растений культуры.

Таблица – Видовой состав вредителей редьки масличной (опытное поле ВНАУ, 2010 – 2015 гг.)

Отряд	Семейство	Вид, название		Частота встречаемости	
		латинское	русское		
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Entomoscelis adonidis</i> Pall.	Рапсовый листоед	+	
		<i>Colaphus sophiae</i> Schall.	Западный горчичный листоед	+	
		<i>Phaedon cochleariae</i> F.	Капустный листоед	+	
		<i>Phyllotreta atra</i> F.	Блошка чёрная	+++	
		<i>Phyllotreta nigripes</i> F.	Блошка синяя	+++	
		<i>Phyllotreta nemorum</i> L.	Блошка светлоногая	++	
		<i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch.	Блошка волнистая	+	
		<i>Phyllotreta vitata</i> F.	Блошка выемчатая	+	
		<i>Phyllotreta armoraciae</i> Koch.	Блошка хреновая	+	
		Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i> F.	Рапсовый цветоед	+++
	Elatoridae		<i>Agriotes sputator</i> L.	Щелкун посевной	+
			<i>Agriotes gurgistanus</i> Fald.	Щелкун степной	+
			<i>Melanotus brunnipes</i> Germ.	Щелкун бурногий	+
	Curculionida		<i>Ceutorhynchus quadridens</i> Panz.	Скрытнохоботник стеблевой капустный	
			<i>Ceutorhynchus assimilis</i> Payk.	Рапсовый семенной скрытнохоботник	+
			<i>Baris chlorizans</i> Germ.	Рапсовый барид	+
			<i>Lixus ascanii</i> L.	Крестоцветный стеблеед	+
Scarabaeidae		<i>Cetonia aurata</i> L.	Бронзовка золотистая	+	
		<i>Epicometis hirta</i> Poda.	Бронзовка мохнатая	++	
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Dasineura brassicae</i> Winn.	Капустная стручковая галлица	+	
	Anthomyiidae	<i>Delia brassicae</i> Bouche	Весенняя капустная муха	+	
Homoptera	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i> L.	Капустная тля	++	
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Athalia rosae</i> L.	Рапсовый пыльщик	+	

Отряд	Семейство	Вид, название		Частота встречаемости
		латинское	русское	
<i>Lepidoptera</i>	Noctuidae	<i>Mamestra brassicae</i> L.	Капустная совка	+
		<i>Autographa gamma</i> L.	Совка гамма	+
		<i>Agrotis segetum</i> Schiff.	Озимая совка	+
	Yponomeutoidae	<i>Plutella maculipennis</i> Curt.	Капустная моль	+++
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> L.	Белянка капустная	++
		<i>Pieris rapae</i> L.	Белянка репная	++
<i>Sinchrone daplidice</i> L.		Белянка горчичная	+	
<i>Hemiptera</i>	Pentatomidae	<i>Eurydema ventralis</i> Kol.	Клоп капустный разрисованный	++
		<i>Eurydema oleracea</i> L.	Клоп рапсовый	++
		<i>Eurydema festiva</i> L.	Клоп горчичный	++
		<i>Eurydema ornata</i> L.	Капустный клоп	++
	Miridae	<i>Lygus pratensis</i> L.	Клоп полевой	+
		<i>Polymerus cognatus</i> Fieb.	Клоп свекловичный	+

Примечание: +++ – массовые виды; ++ – достаточно распространённые виды; + – одиночные виды.

В период цветения отмечена и относительно высокая численность бронзовки мохнатой (*Epicometis hirta* Poda.): 1,3–3,3 экз./м² с максимальным значением в 2010 году. Хотя насекомое указывается как опасный вредитель для рапса ярового и озимого в условиях Лесостепи Украины [12], в посевах редьки масличной, согласно нашим данным, хозяйственное значение фитофаг не имеет.

Особенности развития на посевах редьки масличной определены в капустной тли (*Brevicoryne brassicae* L.). Максимальная численность вредителя отмечена в 2012 и 2015 гг. – в среднем 0,3 ± 0,2 колонии/м² в фазу начала формирования стручков на главной оси соцветия. В другие годы отмечены единичные колонии со смещением даты их появления в фазу зелёного и жёлто-зелёного стручка на молодых частях соцветия.

В период бутонизации – цветения до фазы жёлтого стручка редьки масличной учитывались имаго других сородичей капустной

моли из отряда Lepidoptera – виды совок и белянок (см. таблица), а также представители отрядов Hymenoptera – рапсовый пыльщик (*Athalia rosae* L.); Diptera – капустная стручковая галлица (*Dasineura brassicae* Winn.); Coleoptera – 4 вида из семейства Curculionida. Численность этих вредителей была значительно ниже порога ЕПВ и их вредоносность была несущественной. Так, с осмотренных 100 растений редьки масличной рапсовым пыльщиком были повреждены 1–3 растения, признаки повреждений белянками и скрытнохоботниками были отмечены менее чем на 1% от обследованных растений.

Выводы. Таким образом, в условиях Правобережной Лесостепи Украины выявлено 36 видов фитофагов редьки масличной, которые принадлежат к 6 отрядам и 14 семействам. В соответствии с приведенной динамикой появления наиболее вредоносных видов, редька масличная имеет два критических периода по отношению к вредителям : всходы – розетка и бутонизация – цветение. В эти периоды целесообразно планирование защитных мероприятий, направленных против доминирующих вредоносных видов насекомых – крестоцветных блошек, рапсового цветоеда, капустной моли.

Список литературы

1. Кришталь О. П. Комахи-шкідники сільськогосподарських рослин в умовах Лісостепу та Полісся України [Текст] / О. П. Кришталь. – В-цтво Київського у-ту, 1959. – 358 с.
2. Утеуш Ю. А., Лобас М. Г. Кормові ресурси флори України (інтродукція, біологія, використання, основи вирощування, економічна доцільність впровадження в культуру) [Текст] / Ю. А. Утеуш, М. Г. Лобас. – Київ: Наукова думка, 1996. – 222 с.
3. Моисеев К. А. Редька масличная [Текст] / К. А. Моисеев, В. П. Мишуров; – Л., Колос, 1976. – 72 с.
4. Базылев Э. Я., Иванкина Л. М. Морфологические изменения репродуктивных органов и обильности цветения редьки масличной под воздействием галлиц [Текст] / Э. Я. Базылев, Л. М. Иванкина // Новые силосные растения. – Ч. 2. – Л., 1970. – 136 с.
5. Пешкова А. А., Дорофеев Н. В. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной [Текст] / А. А. Пешкова, Н. В. Дорофеев. – Иркутск, 2008. – 145 с.
6. Csavajda T. Az olajrettekhez kapcsolódó rovarfajok, különös tekintettel a karteovokre // Acta agron. ovaritnsis. – Mosonmagyaróvár, 2001. – Vol. 43. – № 2. – P. 101 – 111.
7. Цицюра Я.Г., Цицюра Т. В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія [Текст] / Я. Г. Цицюра, Т. В. Цицюра – Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. – 624 с.
8. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур [Текст] / В. П. Омелюта та ін.. – К., Урожай, 1986. – С. 20.
9. Палий В. Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых [Текст]. – В., 1970. – 165 с.

10. Определитель насекомых европейской части СССР: под редакцией С. П. Тарбинского, Н. Н. Плавильщикова [Текст]. – М.: Колос, 1948. – 348 с.

11. Журавський В. С. Видова різноманітність комах на посівах яркого ріпаку в Центральному Лісостепу України [Текст] / В. С. Журавський // Захист і карантин рослин. – 2008. – Вип. 54. – С. 197 – 202/

12. Станкевич С. Шкідники хрестоцвітих [Текст] / С. Станкевич // The Ukrainian Farmer. – К.: ТОВ «АГП Медіа». – 2015. – № 5 (65). – С. 74–75.

Y. G. Tsytsyura

Vinnitsia National Agrarian University, Ukraine

CHARACTERS OF FORMATION OF HERBIVOROUS PESTS'S STRUCTURE IN AGROCENOSISES OF OILSEED RADISH IN THE RIGHT BANK FOREST- STEPPE IN UKRAINE

Annotation. Researches and accurate definition of species composition of harmful entomocomplex were carried out. Characters of entomocomplex's formation for diverse periods of oilseed radish's development were found. 36 species of phytophages that belong to 6 genera and 14 families with dividing of its into a category on frequency of exposure were determined.

Key words: entomocomplex, family, vegetation period, settling, wreckers, oilseed radish.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 543.054

М.Ф. Заяц, М.А. Заяц, М.М. Кивачицкая, С.А. Арашкович
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЦИАНТРАНИЛИПРОЛА В СЕМЕНАХ И МАСЛАХ ОЗИМОГО РАПСА И ПОДСОЛНЕЧНИКА, В ЗЕРНЕ И ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ КУКУРУЗЫ МЕТОДОМ ВЭЖХ

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

Аннотация. На основе литературных данных по растворимости в различных растворителях, а также исходя из способности циантранилипрола к протонированию при низких значениях pH, разработаны методики определения циантранилипрола в семенах и маслах озимого рапса и подсолнечника, а также в зерне и зеленой массе кукурузы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Методики пробоподготовки образцов основаны на диссоциативной и твердофазной экстракции и позволяют получить достаточно чистые образцы для последующего хроматографического анализа. Разработанные методики характеризуются хорошей точностью, повторяемостью результатов и низкими пределами обнаружения.

Ключевые слова: инсектицид, циантранилипрол, пробоподготовка, остаточные количества, рапс, подсолнечник, кукуруза.

Введение. Одной из важных составляющих повышения эффективности защитных мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур является создание и применение новых пестицидных препаратов, в том числе содержащих новые действующие вещества. Ассортимент применяемых в Республике Беларусь пестицидов насчитывает сотни наименований [1] и постоянно увеличивается. Ежегодно регистрируется несколько новых действующих веществ пестицидов и расширяется область применения уже известных пестицидов. При этом необходимым условием при регистрации пестицидов и установления максимально

допустимого уровня является наличие методики определения их остаточных количеств в сельскохозяйственной продукции [2].

Одним из новых препаратов, проходящих регистрацию в Беларуси в качестве протравителя инсектицидного действия на подсолнечнике, озимом рапсе и кукурузе, является препарат фирмы «DU PONT INTERNATIONAL OPERATIONS SARL» (Швейцария) DPX-HGW86 625 FS, TC (действующее вещество циантранилипрол – 625 г/л). Отсутствие методик определения остаточных количеств циантранилипрола в семенах и масле озимого рапса и подсолнечника, а также в зерне и зеленой массе кукурузы обуславливает несомненную актуальность их разработки.

Сложность компонентного состава указанной сельскохозяйственной продукции, содержащей белки, жиры, углеводы, пищевые волокна, крахмал в различных количествах определяет необходимость проведения предварительной пробоподготовки для отделения анализируемой матрицы и концентрирования определяемых веществ [3, 4].

Для количественного определения аналита крайне необходимо удаление коэкстрактивных компонентов матрицы как для повышения точности количественного анализа, так и для получения воспроизводимых результатов.

При разработке методик определения остаточных количеств циантранилипрола в анализируемой продукции руководствовались следующими принципами: минимизация числа стадий пробоподготовки, использование наиболее эффективного экстрагента для увеличения степени извлечения и концентрирования целевого компонента, а также высокоселективное удаление примесных компонентов матрицы с минимальными потерями определяемого вещества.

Исходя из химической структуры циантранилипрола можно предположить, что входящие в его молекулу атомы азота могут протонироваться в кислой среде. Поэтому при разработке методик пробоподготовки в настоящей работе был использован подход, основанный на диссоциативной экстракции.

Среди имеющегося множества методик определения остаточных количеств пестицидов прототипом была выбрана методика определения слабоосновных пестицидов класса триазолов в рапсовом масле [5, 6].

В работе эмпирически подобраны условия наиболее полного экстракционного извлечения циантранилипрола из анализируемых образцов сельскохозяйственной продукции, а также условия наиболее эффективного отделения матричных компонентов.

Разработанные методики характеризуются довольно быстрой, надежной и эффективной пробоподготовкой, обладают хорошей точностью и повторяемостью результатов, позволяют определять циантранилипрол на достаточно низком уровне.

Краткая характеристика изучаемых веществ. Циантранилипрол – инсектицид, активирует рианодиновые рецепторы насекомых, что приводит к истощению внутриклеточных кальциевых депо с последующим мышечным параличом и смерти. Является представителем класса диамидов антраниловой кислоты.

Химическое название циантранилипрола:

3-бromo-1-(3-хлоро-2-пиридил)-4'-циано-2'-метил-6'-(метилкарбамоил)пиразол-5-карбоксанилид (ИЮПАК).

Эмпирическая формула: $C_{19}H_{14}BrClN_6O_2$.

Молекулярная масса циантранилипрола составляет 473,71.

Структурная формула циантранилипрола представлена ниже на рисунке 1

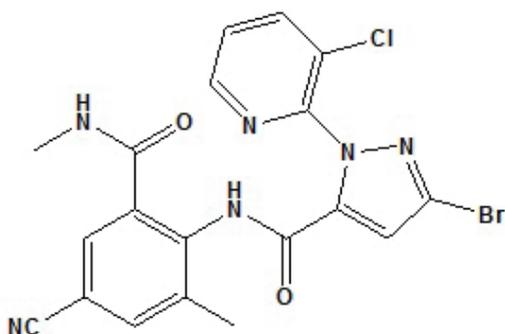


Рисунок 1 – Структурная формула циантранилипрола

Циантранилипрол представляет собой белое твердое вещество без характерного запаха.

Температура плавления: 224 °С.

Логарифм коэффициента распределения н-октанол/вода ($\lg P_{ow}$): 2,02.

Логарифм константы диссоциации (рК_а): 8,80.

Растворимость в воде, мг/л при 20 °С: 14,24 (в чистой воде); 17,43 (рН4); 12,33 (рН7); 5,94 (рН9). При рН 9 наблюдается гидролиз.

Растворимость в органических растворителях, г/л при 20 °С: гексан – $6,7 \times 10^{-5}$; толуол – 0,576; о-ксилол – 0,29; дихлорметан – 5,05; этилацетат – 1,96; ацетон – 6,54; метанол – 4,73; н-октанол – 0,79 [7].

Гигиенические регламенты применения циантранилипрола в Беларуси не установлены [8].

Реактивы и оборудование. Для исследований использовали следующие вещества и реактивы: циантринилипрол с содержанием д.в. 99,2%, ацетонитрил, HPLC Gradient Grade; гексан, х.ч.; метилен хлористый, х.ч.; метанол, HPLC Gradient Grade; вода деионизированная, тип 1 и тип 3; кислота ортофосфорная, 85%; кислота хлорная, х.ч., 66,1%; кислота соляная, х.ч., 36,5%; калий фосфорнокислый двухзамещенный 3-водный, х.ч.; алюминия окись для хроматографии, х.ч.; аммоний сернокислый, ч.д.а.; фильтры бумажные «синяя лента»; фильтры тефлоновые для ВЭЖХ с диаметром пор 0,20 мкм.

Основной стандартный раствор циантринилипрола с содержанием 100 мкг/мл готовили растворением 0,01008 г препарата, содержащего 99,2% д.в., в ацетонитриле в мерной колбе на 100 мл. Рабочий стандартный раствор с концентрацией 10,0 мкг/мл готовили из основного стандартного раствора циантринилипрола упариванием 1 мл основного стандартного раствора с концентрацией 100 мкг/мл и растворением в 10 мл смеси ацетонитрил – вода (35:65, по объему). Рабочие стандартные растворы с концентрациями 5,0; 1,0; 0,20; 0,10 мкг/мл готовили из рабочего стандартного раствора циантринилипрола с концентрацией 10,0 мкг/мл соответствующим последовательным разбавлением смеси ацетонитрил – вода (35:65, по объему).

Условия хроматографирования. Хроматографический анализ проводился на высокоэффективном жидкостном хроматографе “HP 1100” (“HEWLETT PACKARD”) с диодно-матричным детектором и программным обеспечением HP ChemStation. Хроматографическое разделение проводилось на стальной колонке, длиной 25 см, внутренним диаметром 2,1 мм, заполненной фазой XBridge BEH300 C18 с размером частиц 5 мкм.

Температура колонки: 30 °С. Время анализа: 30 мин.

Подвижная фаза №1 для ВЭЖХ: 0,02 М раствор фосфорной кислоты в деионизированной воде.

Подвижная фаза №2 для ВЭЖХ: ацетонитрил, HPLC Gradient Grade.

Элюирование проводилось в градиентном режиме (табл. 1).

Таблица 1 – Подвижная фаза: градиентное элюирование

Время	Содержание фазы №1, %	Содержание фазы №2, %
0,0	65	35
13,0	65	35
13,5	10	90
21,0	10	90
22,0	65	35

Рабочая длина волны: 254 нм – для семян и масла рапса и подсолнечника и зеленой массы кукурузы; 266 нм – для зерна кукурузы.

Для построения калибровочного графика в инжектор хроматографа вводили по 20 мкл рабочего стандартного раствора циантринилипрола с концентрациями 10,0; 5,0; 1,0; 0,20; 0,10 мкг/мл. Осуществляли не менее трех параллельных измерений и находили среднее значение площади хроматографического пика для каждой концентрации. Строили калибровочный график зависимости площадей хроматографических пиков от концентрации циантринилипрола в растворе в мкг/мл.

Идентификацию циантринилипрола проводили по сопоставлению времён удерживания пиков на хроматограмме с временами удерживания пиков стандартов.

Объем петли инжектора: 20 мкл.

Время выхода циантринилипрола – 11,2–11,8 мин.

При данных условиях линейный диапазон детектирования составлял 2–200 нг.

Количественное определение проводили методом абсолютной калибровки.

Результаты исследований и их обсуждение.

Разработка методик пробоподготовки.

Поскольку циантринилипрол является высокогидрофобным соединением, проявляющим основные свойства, первым этапом исследований стала апробация разработанной нами ранее методики определения пестицидов класса коназолов в рапсовом масле [5] для анализа рапсового и подсолнечного масла на остаточные количества циантринилипрола.

Методика пробоподготовки рапсового и подсолнечного масел заключается в следующем. Образец масла озимого рапса (подсолнечника) массой 5,0 г помещают в остродонную колбу на 50 мл, добавляют 15 мл гексана, насыщенного ацетонитрилом, и перемешивают до растворения масла. Затем добавляют 3 мл свежеприготовленного 0,1 М раствора хлорной кислоты в безводном ацетонитриле и встряхивают в течение 2 мин. После разделения фаз верхний гексановый слой отбрасывают. Ацетонитрильный слой промывают дважды по 10 мл гексана, насыщенного ацетонитрилом, гексан отбрасывают. К ацетонитрильному слою добавляют 4 мл 1,0 М водного раствора соляной кислоты, 2 мл гексана, насыщенного ацетонитрилом, и встряхивают 2 мин. После полного разделения фаз нижний водно-ацетонитрильный слой переносят в другую остродонную колбу объемом 50 мл, добавляют 15 мл 10 % водного раствора гидрофосфата калия и

извлекают циантранилипрол двумя порциями по 5 мл хлористого метилена. Дихлорметановые экстракты объединяют, упаривают до ~ 0,5 мл на роторном вакуумном испарителе при температуре 40 °С и выдувают досуха в токе воздуха или азота. Сухой остаток в остродонной колбе растворяют в 1 мл смеси ацетонитрил : вода (35 : 65, по объему), фильтруют в пробирку на 5 мл через тефлоновый фильтр для ВЭЖХ с диаметром пор 0,20 мкм. Аликвоту фильтрата 20 мкл вводят в хроматограф.

На рисунке 2 показаны хроматограммы образцов масла подсолнечника с внесением циантранилипрола и без, подготовленных по описанной выше методике.

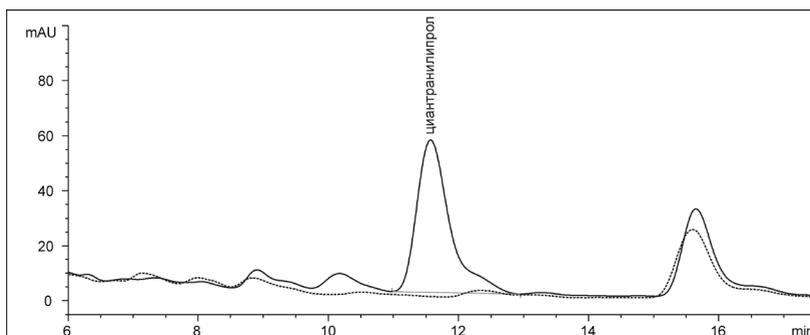


Рисунок 2 – Хроматограммы образцов масла подсолнечника с добавкой 2 мг/кг циантранилипрола (сплошная линия) и без добавки (пунктирная линия), подготовленных по разработанной методике

Метрологические параметры, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о пригодности [9] методики определения пестицидов ряда коназолов в рапсовом масле также и для определения микроколичеств циантранилипрола в растительных маслах. Следует отметить хорошую точность и повторяемость полученных результатов.

Следующим этапом исследований был выбор растворителя для экстракции циантранилипрола из семян озимого рапса, подсолнечника, зерна и зеленой массы кукурузы. Для извлечения циантранилипрола из указанных матриц нами были исследованы наиболее часто используемые для экстракции пестицидов органические растворители: гексан, хлористый метилен, этилацетат, ацетонитрил и метанол. Логично было бы предположить, что из-за значительного различия в химическом составе анализируемых сельскохозяйственных продуктов [3, 4] степень извлечения циантранилипрола при использовании одного и того же растворителя будет разной, что и наблюдается на практике.

Таблица 2 – Метрологические параметры методик

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, %
Масло рапса	0,1	0,1–2,0	85,2	5,9	± 4,7
Масло подсолнечника	0,1	0,1–2,0	84,1	4,8	± 3,8
Семена рапса	0,05	0,05–1,0	79,5	5,0	± 4,0
Семена подсолнечника	0,1	0,1–1,0	72,9	3,1	± 2,5
Зерно кукурузы	0,1	0,1–1,0	79,3	7,8	± 6,3
Зеленая масса кукурузы	0,05	0,05–0,5	85,6	7,7	± 6,1

Так, например, наиболее полно циантринилипрол из семян озимого рапса извлекается ацетонитрилом, из семян подсолнечника и зерна кукурузы – метанолом, а из зеленой массы кукурузы – хлористым метиленом. При этом очистить получаемые экстракты от остаточных компонентов анализируемой матрицы по одной универсальной процедуре не получается. Наиболее просто дело обстоит с семенами озимого рапса и подсолнечника. Получаемые на начальной стадии извлечения экстракты можно упарить до масляного остатка и провести очистку экстрактов по процедуре, аналогичной для растительных масел.

В то же время при упаривании экстрактов из зерна кукурузы получается довольно большой остаток, который мало растворяется в гексане и в ацетонитриле, что препятствует проведению стандартной процедуры очистки. По-видимому, это вызвано значительным содержанием углеводов в матрице. Задача по отделению углеводов была эффективно решена проведением экстракции в системе дихлорметан – вода.

Что касается экстрактов, полученных из зеленой массы кукурузы, то их очистка по методике для растительных масел вообще оказалась неэффективной. Для этих целей был эффективно использован способ очистки на окиси алюминия.

Таким образом, разработанные методики пробоподготовки заключаются в следующем.

Методика пробоподготовки семян озимого рапса.

Образец семян озимого рапса массой 10,0 г помещают в плоскодонную колбу объемом 250 мл, заливают 40 мл ацетонитрила и экстрагируют на аппарате для встряхивания в течение 30 минут при 150 об/мин и 25 °С. Экстракт фильтруют в круглодонную колбу на 250 мл через бумажный фильтр «синяя лента». Экстракцию повторяют еще один раз, используя 40 мл ацетонитрила. Семена рапса промывают 5 мл ацетонитрила. Экстракты и промывку объединяют, фильтруя в ту же колбу. Объединенный экстракт в круглодонной колбе упаривают на роторном вакуумном испарителе до ~ 10 мл, переносят в остродонную колбу на 50 мл, круглодонную колбу ополаскивают 5 мл ацетонитрила и упаривают до масляного остатка (~ 0,5 мл). Далее процедуру проводят по методике для масла.

Методика пробоподготовки семян подсолнечника.

Образец семян подсолнечника массой 10,0 г помещают в плоскодонную колбу объемом 250 мл, заливают 50 мл метанола и экстрагируют на аппарате для встряхивания в течение 30 минут при 150 об/мин и 25 °С. Экстракт фильтруют в круглодонную колбу на 250 мл через бумажный фильтр «синяя лента». Экстракцию повторяют еще два раза, используя 50 мл метанола. Семена подсолнечника промывают 5 мл метанола. Экстракты и промывку объединяют, фильтруя в ту же колбу. Объединенный экстракт в круглодонной колбе упаривают на роторном вакуумном испарителе до ~ 10 мл, переносят в остродонную колбу на 50 мл, круглодонную колбу ополаскивают 5 мл метанола и упаривают до масляного остатка (~ 0,5 мл). Далее процедуру проводят по методике для масла.

Методика пробоподготовки зерна кукурузы.

Образец зерна кукурузы массой 10,0 г помещают в плоскодонную колбу объемом 250 мл, заливают 50 мл метанола и экстрагируют на ультразвуковой ванне в течение 5 минут при 25 °С. Экстракт фильтруют в круглодонную колбу на 250 мл через бумажный фильтр «синяя лента». Экстракцию повторяют еще два раза, используя 50 мл метанола. Зерно кукурузы промывают 5 мл метанола. Экстракты и промывку объединяют, фильтруя в ту же колбу. Объединенный экстракт в круглодонной колбе упаривают на роторном вакуумном испарителе до ~ 10 мл, переносят в остродонную колбу на 50 мл, круглодонную колбу ополаскивают 5 мл метанола и упаривают до масляного остатка (~ 0,5 мл). К остатку добавляют 2 мл воды и извлекают циантранилипрол

2-кратной экстракцией по 5 мл дихлорметана. Экстракты объединяют в остродонной колбе на 50 мл и упаривают до масляного остатка. Далее процедуру проводят по методике для масла.

Методика пробоподготовки зеленой массы кукурузы.

Образец зеленой массы кукурузы массой 20,0 г помещают в плоскодонную колбу объемом 250 мл. Циантранилипрол извлекают однократной экстракцией 120 мл хлористого метилена на аппарате для встряхивания в течение 30 минут при 150 об/мин и 25°C. Экстракт фильтруют в круглодонную колбу на 250 мл через бумажный фильтр «синяя лента». Зеленую массу кукурузы промывают 50 мл хлористого метилена. Экстракт и промывку объединяют, фильтруя в ту же колбу. Объединенный экстракт в круглодонной колбе упаривают на роторном вакуумном испарителе до ~ 10 мл, переносят в остродонную колбу на 50 мл, круглодонную колбу ополаскивают 5 мл хлористого метилена и упаривают на роторном вакуумном испарителе при температуре 40°C до ~ 0,5 мл и выдувают досуха в токе воздуха или азота.

Сухой остаток растворяют в хлористом метилене и наносят тремя порциями по 1 мл (каждый раз обмывая колбу новой порцией хлористого метилена) на 10 г окиси алюминия (на чашке Петри). Окись алюминия тщательно перемешивают до испарения хлористого метилена и получения однородного нанесения экстракта на сорбент. Сорбент помещают в колонку для препаративной хроматографии (медицинских шприц объемом 20 мл с помещенным на дно небольшим количеством ваты). Циантранилипрол смывают с колонки 50 мл воды в плоскодонную колбу на 250 мл. Затем в колбу добавляют 5 мл 10% водного раствора гидрофосфата калия, 5 мл 10% водного раствора сульфата аммония и извлекают циантранилипрол 2-кратной экстракцией по 15 мл дихлорметана. Экстракты объединяют в остродонной колбе на 50 мл и упаривают до ~0,5 мл на роторном вакуумном испарителе при температуре 40°C и выдувают досуха в токе воздуха или азота.

Сухой остаток в остродонной колбе растворяют в 1 мл смеси ацетонитрил : вода (35 : 65, по объему), фильтруют в пробирку на 5 мл через тефлоновый фильтр для ВЭЖХ с диаметром пор 0,20 мкм. Аликвоту фильтрата 20 мкл вводят в хроматограф.

Метрологические параметры разработанных методик определения остаточных количеств циантранилипрола приведены в таблице 2.

Обработка результатов.

Содержание циантранилипрола в пробе (X , мг/кг) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{C_{\text{экстр}} \times V_{\text{экстр}}}{m_{\text{пр}} \times r},$$

где $C_{\text{экстр}}$ – концентрация циантранилипрола в экстракте, определяемая программным обеспечением хроматографа, мг/мл; $V_{\text{экстр}}$ – конечный объем экстракта анализируемой пробы перед введением в хроматограф, мл; $m_{\text{пр}}$ – масса анализируемой пробы, г; r – степень извлечения циантранилипрола, определяемая сравнением контрольного образца с образцом с искусственно добавленным циантранилипролом, %.

Выводы. В данной работе приведены результаты исследования влияния природы органического растворителя на извлечение циантранилипрола из семян и масел озимого рапса и подсолнечника, зерна и зеленой массы кукурузы. Предложены методики эффективной очистки экстрактов от коэкстрактивных матричных компонентов. Подобраны условия хроматографического определения циантранилипрола методом ВЭЖХ в исследованных образцах сельскохозяйственной продукции, подготовленных по соответствующим методикам. Разработанные методики характеризуются хорошей точностью, повторяемостью результатов и низкими пределами обнаружения.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск, 2014.
2. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 21 декабря 2012 г. № 77 Инструкция о порядке проведения испытаний средств защиты растений и удобрений, подлежащих государственной регистрации [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, рег. № 8/27328 от 12.04.2013. – Режим доступа: http://www.ggiskzr.by/doc/protection/Instrukcia_po_issyptaniam_21_12_2012_Nomer_77.PDF – Дата доступа: 25.08.2015.
3. Таблицы калорийности и химический состав продуктов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://health-diet.ru/base_of_food – Дата доступа: 10.03.2016.
4. Особенности выращивания кукурузы на зеленый корм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fermerland.com/rasteniyevodstvo/zernovuye-kultury/kukuruza.html> – Дата доступа: 10.03.2016.
5. An improved extraction method of rapeseed oil sample preparation for the subsequent determination in it of azole class fungicides by gas chromatography / M.F.

Zayats, S.M. Leschev, M.A. Zayats // Analytical Chemistry Research. – 2015. – Vol. 3. – P. 37–45.

6. Gilbert-López, B. Sample treatment and determination of pesticide residues in fatty vegetable matrices: A review / B. Gilbert-López, J. F. García-Reyes, A. Molina-Díaz // Talanta. – 2009. – Vol. 79. – P. 109–128.

7. PPDB : Pesticide Properties DataBase [Electronic resource] / IUPAC Agrochemical Information. – Mode of access: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1662.htm> – Date of access: 10.03.2016.

8. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 сентября 2012 г. № 149 Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах / Гигиенический норматив. – Минск, 2012.

9. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed [Electronic resource] / SANTE/11945/2015. – Mode of access: http://ec.europa.eu/food/plant/docs/plant_pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_11945_en.pdf. – Date of access: 16.03.2016.

M.F. Zayats; M.A. Zayats; M.M. Kivachitskaya; S.A. Arashkovich
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

THE DEVELOPMENT OF THE METHODS OF CYANTRANILIPROLE RESIDUE DETERMINATION IN RAPE AND SUNFLOWER SEEDS, RAPESEED AND SUNFLOWER OILS, GRAIN AND GREEN MASS OF MAIZE BY HPLC

Annotation. Based on solubility data in various solvents and basic properties of cyantraniliprole, the methods of determination of cyantraniliprole residues in rape and sunflower seeds, rapeseed and sunflower oils, grain and green mass of maize by HPLC were developed. The proposed sample preparation techniques are based on dissociation and solid phase extraction and provide obtaining chromatograms without peaks, interfering with peaks of determining substance. The developed methods are characterized by good recoveries of cyantraniliprole from studied matrices, repeatability and low limits of quantification.

Key words: insecticide, cyantraniliprole, sample preparation, residue determination, rape, sunflower, corn.

М.Ф. Заяц, М.М. Кивачицкая, А.В. Быковский

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

СОДЕРЖАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФУНГИЦИДОВ И ИНСЕКТИЦИДОВ В ОГУРЦАХ И ТОМАТАХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Рецензент: канд. с.-х. наук Вага И.И.

Аннотация. Изучено поведение действующих веществ фунгицидов и инсектицидов, применяемых при защите от вредных организмов овощных культур, возделываемых в закрытом грунте. Действующие вещества фунгицидов (флудиоксонил, ципродинил, азоксистробин, мефеноксам) и инсектицидов (бифентрин, спиротетрамат) сохранялись в плодах огурцов на протяжении всего срока отбора проб (0 – 19) суток в количествах ниже установленного значения максимально допустимого уровня. В плодах томатов фунгициды ципродинил и пириметанил на 0-е сутки определялись в количествах, незначительно превышающих значения максимально допустимого уровня, в остальные сроки отбора проб остаточные количества фунгицидов и инсектицидов определялись в количествах ниже максимально допустимого уровня.

Ключевые слова: остаточные количества, фунгициды, инсектициды, огурцы, томаты, флудиоксонил, ципродинил, азоксистробин, мефеноксам, бифентрин, спиротетрамат.

Введение. Томаты и огурцы являются одними из важнейших и наиболее употребляемых овощных культур. Эти овощи являются естественным поставщиком разнообразных витаминов, минеральных солей, органических кислот, ферментов, клетчатки, пектинов и других полезных веществ. Однако получение высоких урожаев овощей невозможно без использования химических средств защиты растений против болезней и вредителей [1].

Использование химических средств защиты растений предполагает вероятность загрязнения продуктов питания, кормов и окружающей среды их остаточными количествами. Так как продукция овощеводства часто используется в сыром виде без термической обработки, а также для производства детского и диетического питания, то, с точки зрения экологии, особое значение приобретает безопасность продукции, в том числе содержание остаточных количеств пестицидов на уровне ниже максимально допустимого [2]. Чтобы предотвратить возможные отрицательные последствия защиты растений разрабатываются регламенты применения пестицидов, совершенствуются технологии их применения

и препаративные формы, расширяется ассортимент. Ассортимент фунгицидов и инсектицидов, применяемых против болезней и вредителей представлен различными химическими группами. В последнее время в больших объемах применяются препараты системного действия, которые из них значительно расширили возможности более рационального применения фунгицидов против комплекса болезней сельскохозяйственных культур. Они имеют пролонгированный защитный период, обладают высокой избирательностью и возможностью подавлять основные фитопатогены при более низких нормах расхода препарата. Для регистрации новых препаратов в республике необходимым условием является изучение поведения химических средств защиты растений, установление их сроков ожидания. Поэтому актуальность проводимых нами исследований не вызывает сомнения.

Объекты и методы исследований. Объектами наших исследований являлись следующие фунгициды: Браво, КС; Свитч, ВДГ; Юниформ, СЭ; Луна Транквилити, КС и инсектициды: Клипер, КЭ; Мовенто, КС.

Фунгицид системно-контактного действия Свитч, ВДГ (флудиоксонил, 250 г/л + ципродинил, 375 г/л) применяется в борьбе с серой гнилью и аскохитозом. Действующее вещество флудиоксонил применяется в качестве контактного фунгицида широкого спектра действия, уменьшает рост мицелия. По химическому строению относится к классу фенилпиролов. Эмпирическая формула флудиоксонила: $C_{12}H_6F_2N_2O_2$. Название действующего вещества по ИЮПАК: 4-(2,2-дифтор-1,3-бензодиоксол-4-ил)-1Н-пиррол-3-карбонитрил. Действующее вещество ципродинил – это системный фунгицид класса анилопиримидинов. Обладает хорошей акропетальной и ламинарной транслокацией, ингибирует биосинтез метионина. Эмпирическая формула ципродинила: $C_{14}H_{15}N_3$. Название действующего вещества ципродинила: 4-циклопропил-6-метил- N - фенилпиримидин-2-амин.

Фунгицид Юниформ, СЭ (азоксистробин, 322 г/л + мефеноксам, 124 г/л) - препарат широкого спектра действия для защиты овощей и картофеля от комплекса болезней. Одно из действующих веществ Юниформа, СЭ - азоксистробин. Азоксистробин - фунгицид из группы стробилуринов системного и контактного действия с длительным защитным эффектом, высокоэффективен против возбудителей ложной и мучнистой росы, в том числе против рас возбудителя, устойчивых к металаксилу и производным триазола. Эмпирическая формула азоксистробина: $C_{22}H_{17}N_3O_5$. Название действующего вещества по ИЮПАК: метил(Е)-2-{2-[6-(2-циано(фенокси)пиримидин-4-илокси]фенил}-3-метоксиакрилат. Азоксистробин стабилен в водных растворах при pH 3–10 при

комнатной температуре, в том числе при концентрациях менее 1 мкг/кг. Второе действующее вещество мефеноксам - системный фунгицид защитного и искореняющего действия из класса фе-ниламидов. Ингибирует образование белков в грибах, подавляя синтез рибосомальной РНК. Высокоэффективен против возбудителей фитофтороза картофеля и томатов, мильди винограда, ложной мучнистой росы и корневая гниль овощных культур, сахарной свеклы и подсолнечника, увядания растений кукурузы. Эмпирическая формула мефеноксама: $C_{15}H_{21}NO_4$. Название действующего вещества по ИЮПАК: метил N-(метоксиацетил) - N - (2,6 - ксилл) - DL - аланинат. Вещество устойчиво к фотолизу и гидролизу в кислых и нейтральных условиях.

Фунгицид Луна Транквилити, КС (флуопирам, 125 г/л + пириметанил, 375 г/л). Действующее вещество флуопирам - системный фунгицид, обладает широким спектром активности против патогенов, принадлежащих к таксонам аскомицетов и дейтеромицетов. Относится к классу пиридинил-этилбензамидов. Эмпирическая формула флуопирама: $C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$. Название действующего вещества по ИЮПАК: N-{2-[3-хлоро-5-(трифторметил) - 2 пиридил] этил}- α - α - α трифторо - орто-толуамид. Второе действующее вещество пириметанил обладает защитным действием с некоторыми лечебными свойствами. По химическому строению относится к анилинопиридинам. Эмпирическая формула пириметанила: $C_{12}H_{13}N_3$. Название действующего вещества по ИЮПАК: N-(4,6-диметилпиридин-2-ил)анилин. Пириметанил устойчив к гидролизу при pH от 5 до 9.

Инсектицид Клипер, КЭ (100 г/л бифентрин) - препарат контактного и кишечного действия из группы синтетических пиретроидов, влияет на нервную систему насекомых. Эмпирическая формула бифентрина: $C_{23}H_{22}ClF_3O_2$. Название действующего вещества по ИЮПАК: 2-метил-3-фенилбензил(1RS)-цис-3-(2-хлор-3,3,3-трифторпроп-1-инил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат. Изомерный состав: цис-изомер- 97% (минимум), транс-изомер - 3% (максимум).

Инсектицид Мовенто, КС (100 г/л спиротетрамат) - препарат производства фирмы «Байер Кроп Сайенс АГ» (Германия). Спиротетрамат - системный инсектицид, обладает продолжительным защитным действием против сосущих насекомых. Эмпирическая формула спиротетрамата: $C_{21}H_{27}NO_5$. Название действующего вещества по ИЮПАК: цис-4-(этоксикарбонилокси)-8-метокси-3-(2,5-ксилил)-1-азаспиро[4,5]дес-3-ен-2-ан.

Образцы плодов огурцов и томатов для определения остаточных количеств действующих веществ вышеуказанных фунгицидов и инсектицидов отбирались в опытах лаборатории защиты овощных

культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» по изучению биологической эффективности этих препаратов. Отбор проб осуществляется в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности» [3]. Отобранные пробы хранили в морозильной камере при температуре - 18° С. Анализ образцов на содержание остаточных количеств действующих веществ фунгицидов и инсектицидов проводился в соответствии с методическими указаниями методами газожидкостной (ГЖХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [4-10].

Результаты исследований. Исследования по поведению фунгицида Свитч, ВДГ в огурцах и томатах проводились в 2010 году в филиале «Озерный» ЗАО Первая продуктовая компания Минского района Минской области в опытах закрытого грунта (минеральная вата).

При обработке растений огурцов фунгицидом Свитч, КС с нормой расхода 1 кг/га огурцы анализировались на содержание остаточных количеств флудиоксонила и ципродинила на 0-е, 1-е, 2-е, 3-и и 5-е сутки. Исследования показали, что флудиоксонил во все сроки отбора проб определялся в количестве 0,02 мг/кг, на 5-е сутки не обнаруживался, то есть менее 0,02 мг/кг, а ципродинил на 0-е и 2-е сутки после обработки обнаруживался в количестве 0, 15 мг/кг. Через 1, 3 и 5 суток ципродинил не обнаружен (менее 0, 1 мг/кг). Значение МДУ в огурцах для флудиоксонила составляет 0,3 мг/кг, ципродинила – 0,2 мг/кг. Таким образом флудиоксонил определялся в плодах огурца на порядок меньше, чем значение МДУ, а ципродинил обнаруживался в пределах, не превышающих МДУ.

На растениях томата фунгицид Свитч, ВДГ применялся трехкратно с нормой 1 кг/га при опрыскивании растений с интервалом 14 дней. Пробы отбирались на 0-е, 3-и, 7-е и 10-е сутки после последней обработки. Результаты исследований показали, что остаточные количества флудиоксонила определялись во все сроки отбора в пределах 0,05 – 0,28 мг/кг. Значение МДУ флудиоксонила для томатов составляет 0,5 мг/кг. А вот остаточные количества ципродинила на 0-е сутки – 0,85 мг/кг превышали его значение МДУ (0,5 мг/кг). На 3-и, 7-е и 10-е сутки остаточные количества ципродинила определялись в количестве 0,28-0,30 мг/кг, то есть содержание остаточных количеств не превышало значения МДУ в томатах. Значит томаты могут собираться со сроком ожидания не менее 3-х суток.

Исследования по детоксикации препарата Юниформ, СЭ в огурцах и томатах проводились в 2013 г. в опытах закрытого грунта (минеральная вата) ЧУП «Озерицкий – Агро» Смолевичского района Минской области.

Анализы образцов, проведенные после подлива растений под корень на 3-4 й день после высадки рассады на постоянное место показали, что через 15, 17 и 19 суток после обработки остаточные количества азоксистробина в плодах огурцов обнаруживались в количестве 0,008 мг/кг, 0,007 мг/кг и 0,006 мг/кг соответственно. Мефеноксам через 15 суток определялся в количестве 0,439 мг/кг, через 17 суток – в количестве 0,136 мг/кг. Через 19 суток мефеноксам не был обнаружен (менее 0,05 мг/кг). МДУ азоксистробина для огурцов – 3,0 мг/кг, мефеноксама – 0,5 мг/кг. Очевидно, что содержание остаточных количеств азоксистробина в огурцах на два порядка ниже, чем значение его МДУ, а содержание мефеноксама не превышало значений МДУ.

Исследования по детоксикации препарата Юниформ, СЭ в плодах томата проводились при подливе препарата под корень – однократно после высадки рассады на постоянное место через 3–4 дня с нормой расхода 0,9 л/га. Через 30 суток, после подлива растений под корень, азоксистробин обнаруживался в количестве 0,058 мг/кг. При 1-ом сборе (59 суток) и 2-ом (62 суток) сборе плодов томатов действующее вещество определялось в количестве 0,037 мг/кг и 0,006 мг/кг соответственно. При 3-ем сборе (66 суток) азоксистробин не обнаруживался (менее 0,02 мг/кг). Мефеноксам не был обнаружен (менее 0,05 мг/кг) в течение всего сезона через 30, 59, 62 и 66 суток. МДУ азоксистробина для томатов – 3,0 мг/кг, мефеноксама – 0,5 мг/кг. Продукция оказалась чистой от содержания остаточных количеств мефеноксама и содержанием азоксистробина на 1,5 порядка меньше значения МДУ.

Поведение фунгицида Луна Транквилити, КС в плодах томатов изучалось в опытах закрытого грунта (минеральная вата) ЧУП «Озерицкий – Агро» Смолевичского района Минской области в 2014 году при 3-х кратном опрыскивании растений томата с нормой расхода 1,6 л/га. Пробы отбирались на 0-е, 3-и, 7-е и 10-е сутки после последней обработки. Остаточные количества флуопирама определялись во всех точках отбора проб в количестве 0,194; 0,020; 0,074 и 0,070 мг/кг соответственно, но не превышали значения МДУ (0,9 мг/кг). Пириметанил также обнаруживался во все сроки отбора. Его содержание на 0-е сутки составило 0,741 мг/кг, что незначительно превышало значение МДУ (0,7 мг/кг). На 3-и, 7-е и 10-е сутки пириметанил определялся в количествах ниже значения МДУ – 0,061; 0,041; 0,016 мг/кг соответственно. Поэтому и для фунгицида Луна Транквилити срок ожидания будет не менее 3-х дней.

Данные по динамике разложения действующих веществ фунгицидов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика разложения фунгицидов в плодах огурца и томата

Препарат, дата обработки, норма расхода, кратность обработки	Культура, анализируемый объект	Сутки после обработки	Дата отбора проб	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг		МДУ, мг/кг
				Флудиоксонил	Ципродинил	
Свитч, ВДГ – 1 кг/га 0,250 кг/га по д.в. флудиоксонил 0,375 кг/га по д.в. ципродинил Три обработки – 22.07.; 02.08.; 12.08.2010г	Огурцы С. Афина F1	0-е	12.08.2010	0,02	0,15	Флудиоксонил – 0,3 Ципродинил – 0,2
		1-е	13.08.2010	0,02	Не обн.	
		2-е	14.08.2010	0,02	0,15	
		3-и	15.08.2010	0,02	Не обн.	
		5-е	17.08.2010	Не обн. (<0,02)	Не обн. (<0,1)	
Юниформ, СЭ – 0,9 л/га 289,8 г/га по д.в. азоксистробин 111,6 г/га по д.в. мефеноксам Одна обработка – 26.07.2013 г.	Огурцы С. Марабелл F1	15 (1-й сбор)	10.08.2013	0,008	0,439	Азоксистробин – 3,0 Мефеноксам – 0,5
		17 (2-й сбор)	12.08.2013	0,007	0,136	
		19 (3-й сбор)	14.09.2013	0,006	Не обн. (<0,05)	
Свитч, ВДГ – 1 кг/га 0,250 кг/га по д.в. флудиоксонил 0,375 кг/га по д.в. ципродинил Три обработки – 10.06.; 24.06.; 07.07.2010 г.	Томаты С. Раиса F1	0-е	07.07.2010	0,280	0,850	Флудиоксонил – 0,5 Ципродинил – 0,5
		3-и	09.07.2010	0,070	0,280	
		7-е	13.07.2010	0,050	0,300	
		10-е	16.07.2010	0,125	0,280	
Юниформ, СЭ – 0,9 л/га 289,8 г/га по д.в. азоксистробин 111,6 г/га по д.в. мефеноксам Одна обработка – 12.07.2013 г.	Томаты С. Силуэт F1	30	10.08.2013	0,058	Не обн.	Азоксистробин – 3,0 Мефеноксам – 0,5
		59 (1-й сбор)	09.09.2013	0,037	Не обн.	
		62 (2-й сбор)	12.09.2013	0,006	Не обн.	
Луна Транквили-ти, КС – 1,6 л/га 200 г/га по д.в. флуопирам 600 г/га по д.в. пириметанил Три обработки – 25.0.; 09.07.; 21.07.2014 г.	Томаты С. Раиса F1	0-е	21.07.2014	0,194	0,741	Флуопирам – 0,9 Пириметанил – 0,7
		3-и	24.07.2014	0,020	0,061	
		7-е	28.07.2014	0,074	0,041	
		10-е	30.07.2014	0,070	0,016	

Поведение инсектицидов Клипер, КЭ и Мовенто, КС в огурцах и томатах изучалось также в опытах закрытого грунта (минеральная вата) ЧУП «Озерицкий – Агро» Смолевичского района Минской области. Инсектицид Клипер, КЭ применялся с нормой внесения 1,2 л/га при двукратной обработке огурцов и томатов. На 3-и сутки после обработки действующее вещество бифентрин в плодах огурцов определялось в количестве 0,02 мг/кг. В плодах томатов на 5-е сутки после обработки остаточные количества бифентрина обнаруживались в количестве 0,03 мг/кг. МДУ бифентрина для огурцов и томатов составляет 0,4 мг/кг.

Новый инсектицид Мовенто, КС, применяемый против трипсов, белокрылки и клещей на посевах огурцов и томатов с нормой расхода 1,0 л/га изучался после двукратной обработки препаратом. Пробы огурцов отбирались на 0-е, 1-е, 2-е, 3-и и 5-е сутки после обработки. Действующее вещество спиротетрамат во все сроки отбора в плодах огурцов не обнаруживалось (менее 0,007 мг/кг).

При отборе проб томатов на 0-е, 3-е, 7-е и 10-е сутки после обработки спиротетрамат определялся на 0-е, 7-е и 10-е сутки в количестве 0,04; 0,02; 0,006 мг/кг соответственно. На 3-и сутки спиротетрамат не обнаружен (менее 0,006 мг/кг). Значение МДУ спиротетрамата для томатов составляет 2,0 мг/кг.

В результате исследований установлено, что остаточные количества действующего вещества бифентрина обнаруживаются в количествах на порядок меньше значений МДУ, спиротетрамат в огурцах не обнаруживался, а в томатах также на порядок меньше установленного значения МДУ.

Результаты определения остаточных количеств инсектицидов представлены в таблице 2.

Выводы. Экспериментальные данные свидетельствуют, что действующие вещества изученных фунгицидов: флудиоксонил, ципродинил, азоксистробин, мефеноксам и инсектицидов: бифентрин, спиротетрамат сохранялись в плодах огурцов на протяжении всего срока отбора проб (0 – 19) суток в количествах ниже установленного значения МДУ этих препаратов. В плодах томатов фунгициды ципродинил и пириметанил на 0-е сутки определялись в количествах незначительно превышающих значения МДУ, в остальные сроки отбора проб остаточные количества фунгицидов и инсектицидов определялись в количествах ниже МДУ. Поэтому продукция томатов может быть использована со сроком ожидания этих препаратов не менее 3-х дней. При соблюдении норм внесения препарата и сроков ожидания согласно установленным регламентам, продукция не загрязняется остаточными количествами действующих веществ выше МДУ и пригодна к употреблению.

Таблица 2 – Динамика разложения инсектицидов в плодах огурца и томата

Препарат, дата обработки, норма расхода, кратность обработки	Культура, анализируемый объект	Сутки после обработки	Дата отбора проб	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг	МДУ, мг/кг
Клипер, КЭ – 1,2 л/га 120 г/га по д.в. бифентрин Две обработки – 18.07.; 29.07.2013	Огурцы С. Сигурд F1	3	01.08.2013	Бифентрин 0,02	Бифентрин – 0,4
Мовенто, КС – 1,0 л/га 100 г/га по д.в. спиротетрамат Две обработки – 27.04; 04.05.2015 г.	Огурцы С. Яни F1	0-е 1-е 2-е 3-и 5-е	04.05.2015 05.05.2015 06.05.2015 07.05.2015 09.05.2015	Спиротетрамат Не обн. Не обн. Не обн. Не обн. Не обн.(<0,007)	Спиротетрамат – 0,2
Клипер, КЭ – 1,2 л/га 120 г/га по д.в. бифентрин Две обработки – 22.07.; 01.08.2013г.	Томаты С. Эволюшн F1	5	06.08.2013	Бифентрин 0,03	Бифентрин – 0,4
Мовенто, КС – 1,0 л/га 100 г/га по д.в. спиротетрамат Две обработки – 16.06.; 23.06.2015	Томаты С. Раиса F1	0-е 3-и 7-е 10-е	23.06.2015 25.06.2015 30.06.2015 07.07.2015	Спиротетрамат 0,04 Не обн.(<0,006) 0,02 0,006	Спиротетрамат – 2,0

Список литературы

1. Сорока С.В. Химический метод защиты растений и обеспечение экологической безопасности его применения в сельском хозяйстве Беларуси/С.В. Сорока, А.Ф. Скурят, П.М. Кислушко. – Минск, 2005. – С.4-34.
2. Шлапонюк В.О. О выращивании экологически чистой овощной продукции// Агриматко. Полугодовой с.-х. бюлл. №1/10. Т– 2005. – С. 4–5.
3. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. Введ. 28.02.97. – Минск : Госстандарт. 1997. – 59 с.
4. Временные методические указания по определению азоксистробина в почве, плодах томатов и огурцов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Л.Г. Александрова// Методичні вказівки з визначення мікро кількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі / Мін-во охорони навколишнього природного середовища України, Управління з питань безпеки хімічних речовин. – Київ, 2004. – Сб. 36. – С.3–8.
5. Временные методические указания по определению метолаксила- М в воде, почве, картофеле, томатах, винограде, соке, сахарной свекле, кукурузе, подсолнечнике, подсолнечном и кукурузном масле газохроматографическим методом: доп. к № 5023–89 / Л.Г. Александрова // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Мин-во экологии и природных ресурсов Украины. – Киев, 2001. – Сб. № 33. – С. 23–28.
6. Методические указания по определению флудиоксонила в воде, почве, картофеле методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Л.Г.

Александрова [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Мин-во экологии и природных ресурсов Украины. – Киев, 2002. Сб. № 28. – С. 77–82.

7. Методические указания по определению остаточных количеств ципродинила в воде, почве, яблоках, винограде, грушах, вине, соке хроматографическими методами. / Л.Г. Александрова [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Мин-во экологии и природных ресурсов Украины. – Киев, 2002. Сб. № 28. – С. 137–142.

8. Методические указания по определению остаточных количеств флуопирама в растениях ячменя и яблоках методом газожидкостной хроматографии / П.М. Кислушко [и др.] // Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. Рекомендации / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2013. – С. 161–164.

9. Методические указания по определению остаточных количеств флуопирама в растениях ячменя и яблоках методом газожидкостной хроматографии / П.М. Кислушко [и др.] // Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. Рекомендации / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2013. – С. 127–130.

10. Методические указания по определению остаточных количеств бифентрина в воде, огурцах, томатах и бифентрина и малатиона в зерне пшеницы и риса методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2072-06 (утв. Роспотребнадзором 05.05.2006). Документ предоставлен КонсультантПлюс: www.consultant.ru.- Дата сохранения: 30.07.2013.

11. 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. // Законодательство / Центр экологических услуг. – Режим доступа: <http://www.iso14000.by/library/low/industry/376>. – Дата доступа: 12.05.2015.

M.F. Zayats, M.M. Kivachitskaya, A.V. Bykovsky
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

FUNGICIDES AND INSECTICIDES RESIDUES CONTENT IN PROTECTED GROUND CUCUMBERS AND TOMATOES

Annotation. The behavior of active ingredients of fungicides and insecticides applied for protection against noxious organisms of protected ground vegetable crops is studied. The active ingredients of fungicides (fludioxonil, cyprodinyl, azoxystrobin, mefenoxam) and insecticides (bifenthrin, spirotetramate) were kept in cucumber fruits during the whole period of samples selection (0-19) in a quantity of less than maximum permissible level. In tomato fruits the fungicides cyprodinil and pirimethanil on the 0-st day were determined in quantities insignificantly increasing the MPL, in other periods of samples selection the fungicides and insecticides residues were determined at the level lower than MPL.

Key words: residues, fungicides, insecticides, cucumbers, tomatoes, fludioxonil, cyprodinyl, azoxystrobin, mefenoxam, bifenthrin, spirotetramate.

ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ПЕСТИЦИДОВ В УРОЖАЕ КУКУРУЗЫ

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

Аннотация. Изучены остаточные количества действующих веществ гербицидов, фунгицидов и протравителей в зерне и зеленой массе кукурузы в период уборки урожая. Действующие вещества – карфентразон-этил, тифенсульфурон-метил, С-метолахлор, тербутилазин, никосульфурон, мезотрион, тиаклоприд, тиабендазол, ацетамиприд, пикоксистробин, ципроконазол, тебуконазол, протиоконазол – не были обнаружены в зерне кукурузы либо их количество было меньше значения максимально допустимого уровня (МДУ).

Ключевые слова: остаточные количества, кукуруза, протравители, фунгициды, гербициды, карфентразон-этил, тифенсульфурон-метил, С-метолахлор, тербутилазин, никосульфурон, мезотрион, тиаклоприд, тиабендазол, ацетамиприд, пикоксистробин, ципроконазол, тебуконазол, протиоконазол.

Введение. Кукуруза относится к основным сельскохозяйственным культурам и возделывается на территории Беларуси на площади около 1 млн.га. Большое разнообразие гибридов, адаптивная способность к условиям выращивания, обширный спектр использования всего растения – основные факторы, обеспечивающие максимальную диверсификацию рынка кукурузы и ее продуктов в мире. По данным организации по продовольствию и сельскому хозяйству ООН (ФАО) из растения кукурузы изготавливают более 600 различных продуктов. В Беларуси кукуруза используется на корм животным, является важным сырьем для производства крахмала и крахмалопродуктов [1].

По данным результатов исследований лаборатории гербологии «РУП Институт защиты растений» в посевах кукурузы произрастает 64-69 видов сорных растений. В некоторых посевах довольно часто встречаются сорняки, устойчивые к гербицидам старого ассортимента, такие как паслен черный, дрема белая, галинсога мелкоцветная, подмаренник цепкий, виды полыни. Для борьбы с сорняками в последнее время все чаще применяются препараты с 2–4 действующими веществами [2].

Основными вредителями кукурузы являются проволочники, шведские мухи, кукурузный и луговой мотыльки. Чем раньше происходит повреждение, тем сильнее страдают растения, их рост задерживается, запаздывает цветение и плодоношение, иногда наблюдается гибель. Среди вредоносных болезней кукурузы следует отметить пузырчатую головню и фузариоз початков.

Поэтому обязательным приемом в борьбе с вредителями и болезнями является заблаговременное протравливание семян, а широкая распространенность болезней кукурузы в период вегетации культуры требует проведения и фунгицидных обработок [2].

Таким образом, применение химических средств защиты растений необходимо для наиболее полного использования потенциала продуктивности растений кукурузы и предотвращения потерь, вызванных поражением вредными организмами [3].

Но применение пестицидов связано и с риском. Они способны накапливаться в пищевых цепях и сохраняться в пищевых продуктах, что оказывает токсическое действие на человека [4]. Максимально допустимый уровень (МДУ) содержания остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции регламентирован в государственных нормативных документах [5].

Поэтому анализ остаточных количеств пестицидов является обязательной и необходимой процедурой для обеспечения безопасности и качества сельскохозяйственной продукции. Значит актуальность проводимых нами исследований не вызывает сомнения.

Объекты и методы исследований. Гербициды: буцефал, КЭ (карфентразон-этил, 9,6 г/га) фирмы ЗАО «ФМРус» (Россия) против однолетних и многолетних двудольных сорняков; FRNH 0055-1, МД (тифенсульфурон-метил, 10 г/га + никоссульфурон, 60 г/га) фирмы ООО «Франдеса» (Беларусь) против однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков; Маркер, СЭ (С-метолахлор, 1085, 2 г/га + тербутилазин, 675,2 г/га + никоссульфурон, 40 г/га + мезотрион, 135,2 г/га) фирмы «ИБОХ НАН Беларуси» против однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков.

Протравители: Сонидо, КС (тиаклоприд, 4000 г/т) фирмы «Байер Кроп Сайенс АГ» (Германия) против проволочников, злаковых мух др. почвообитающих вредителей; Виал ТТ, ВСК (тиабендазол, 40 г/т + тебуконазол, 30 г/т) фирмы «Август» (Россия) против плесневения семян и пузырчатой головни; FRNS 0022, СК (ацетамиприд, 2280 г/т) фирмы ООО «Франдеса» (Беларусь) против проволочников и др. почвообитающих вредителей.

Фунгициды: Аканто Плюс, КС (пикоксистробин, 56 г/га + ципроконазол, 140 г/га) фирмы «Дюпон» (Швейцария) против пузырчатой головни и фузариоза початков; Прозаро, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + протионазол, 125 г/л) фирмы «Байер Крок Сайенс АГ» (Германия) против пузырчатой головни и фузариоза початков.

Отбор образцов для исследований осуществлялся в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности» [6]. Образцы для исследований отбирались в опытах сотрудников лабораторий гербологии, фитопатологии и энтомологии РУП «Институт защиты растений».

Определение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в зерне кукурузы проводилось с использованием официальных методов газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Выбор растворителя для экстракции зависел от структуры действующего вещества и его химических свойств. Очистка проводилась за счёт распределения вещества между несмешивающимися жидкостями, а также с использованием колонок с силикагелем [7–19].

Результаты и их обсуждение. Исследования по определению остаточных количеств действующих веществ гербицидов Буцефал, КЭ; FRNH 0055-1, МД; Маркер, СЭ, применяемых для защиты кукурузы от сорных растений, были проведены в опытах лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений».

Действующие вещества данных гербицидов относятся к различным химическим классам – сульфонилмочевины, хлорацетамиды, триазины. При анализе зерна кукурузы были обнаружены остаточные количества с-метолахлора препарата Маркер, СЭ в количестве 0,066 мг/кг через 120 суток после обработки, МДУ составляет 0,1 мг/кг. Наличия остаточных количеств действующих веществ карфентразон-этила, тифенсульфурон-метила, никосульфурона, тербутилазина, никосульфурона и мезотриона исследуемых гербицидов не выявлено ни в зерне, ни в зеленой массе кукурузы. МДУ в зерне кукурузы для карфентразон-этила и тифенсульфурон-метила – 0,02 мг/кг, для никосульфурона – 0,2 мг/кг, для тербутилазина и мезотриона – 0,1 мг/кг.

Исследования по определению остаточных количеств действующих веществ протравителей Сонидо, КС; Виал ТТ, ВСК и FRNS 0022, СК проводились в хозяйстве СПК «Красная Армия» Рогачевского района Гомельской области. Протравители Сонидо и FRNS 0022 имеют инсектицидное действие и содержат по одному действующему веществу – тиаклоприд и ацетамиприд

соответственно, относящиеся к классу неоникотиноидов. На 99 сутки после обработки тиаклоприд не был обнаружен ни в зерне кукурузы, ни в зеленой массе. Ацетамиприд не выявлен в период уборки урожая через 118 суток после обработки. МДУ этих веществ в данной культуре не установлены. Виал ТТ является протравителем фунгицидного действия против плесневения семян, пузырчатой головни. Составляющие препарата тиабендазол и тебуконазол не были выявлены в урожае кукурузы через 140 суток после обработки. МДУ тиабендазола в зерне кукурузы 0,2 мг/кг, тебуконазола – 0,1 мг/кг.

Исследования по определению остаточных количеств действующих веществ фунгицидов Аканто Плюс, КС и Прозаро, КЭ проводились в опытах лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений».

После обработки посевов кукурузы препаратом Аканто Плюс, КС на 30-е сутки анализировалась зеленая масса на содержание остаточных количеств пикоксистробина и ципроконазола. Содержания пикоксистробина не выявлено, а ципроконазол обнаруживался в количестве 0.02 мг/кг. В период уборки урожая на 58-е сутки в зеленой массе и зерне кукурузы пикоксистробина и ципроконазола не обнаружено.

При анализе фунгицида Прозаро, КЭ на 30-е сутки после двукратной обработки на остаточные количества действующих веществ в зеленой массе кукурузы тебуконазол определялся в количестве 0.064 мг/кг, протиоконазол – в количестве 0,013 мг/кг. В период уборки урожая кукурузы на 57 сутки тебуконазол и протиоконазол в зеленой массе и зерне не обнаружены. МДУ в зерне кукурузы для тебуконазола 0,1 мг/кг, для остальных действующих веществ – пикоксистробина, ципроконазола и протиоконазола – не установлено.

Результаты анализов определения остаточных количеств пестицидов представлены в таблице 1.

Выводы. Результаты исследования показывают, что при применении изучаемых препаратов, остатков действующих веществ в урожае кукурузы не было обнаружено или их количество было намного меньше уровня МДУ. Это свидетельствует о том, что после обработки в период уборки урожая, продукция является чистой и безопасной для потребления. Следовательно, проанализированные препараты можно рекомендовать для включения в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в качестве средств химической защиты посевов кукурузы с установленной нормой расхода и количеством обработок.

Таблица – Остаточные количества пестицидов в зерне и зеленой массе кукурузы

Препарат, норма расхода, даты обработки	Культура, сорт	Сутки после обработки	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг	
			зерно	зеленая масса
<i>Гербициды</i>				
Буцефал, КЭ (карфентразон-этил) – 0,02 л/га. Одна обработка – 30.05.2014 г.	Кукуруза с. Бюрли КС	111	Не обн. (<0,01)	Не обн. (<0,01)
FRNH 0055-1, МД (тифенсульфурон-метил + никоссульфурон) – 1л/га. Одна обработка – 30.05.2015 г.	Кукуруза с. ЛГ 3214	119	тифенсульфурон-метил	
			Не обн. (<0,02)	Не обн. (<0,02)
			никоссульфурон	
Не обн. (<0,01)	Не обн. (<0,02)			
Маркер, СЭ (С-метолахлор) – 4 л/га. Одна обработка – 25.05.2015 г.	Кукуруза с. ЛГ 3214	120	С-метолахлор	
			0,066	-*
			тербутилазин	
			Не обн. (<0,05)	-*
			никоссульфурон	
			Не обн. (<0,13)	-*
			мезотрион	
Не обн. (<0,05)	-*			
<i>Протравители</i>				
Сонидо, КС (тиаклоприд) – 10 л/т. Одна обработка – 13.05.2015 г.	Кукуруза с. Rogumben – 270 MRf	99	Не обн. (<0,01)	Не обн. (<0,03)
Виал ТТ, ВСК (тиабендазол + тебуконазол) – 0,5 л/т. Одна обработка – 08.05.2012 г.	Кукуруза с. Гибрид Мос 182 СВ	140	тиабендазол	
			Не обн. (<0,02)	Не обн. (<0,02)
			тебуконазол	
Не обн. (<0,05)	Не обн. (<0,05)			
FRNS 0022, СК (ацетамиприд) – 7,6 л/т. Одна обработка – 24.04.2015 г.	Кукуруза с. Rogumbeni – 270 MRf	118	Не обн. (<0,10)	Не обн. (<0,15)

Окончание таблицы

Препарат, норма расхода, даты обработки	Культура, сорт	Сутки после обработки	Содержание д.в. препарата в анализируемой пробе, мг/кг	
			зерно	зеленая масса
<i>Фунгициды</i>				
Аканто Плюс, КС (пикоксистробин + ципроконазол) – 0,7 л/га. Одна обработка – 05.08.2014 г.	Кукуруза с. Мос 182 СВ	30	пикоксистробин	
			–*	Не обн. (<0,02)
			ципроконазол	
		–*	0.02	
		58	пикоксистробин	
			Не обн. (<0,02)	Не обн. (<0,02)
ципроконазол				
Не обн. (<0,02)	Не обн. (<0,02)			
Прозаро, КЭ (тебуконазол + протиоконазол-дезтио) – 1 л/га. Две обработки – 08.07.2011 г.; 26.07.2011 г.	Кукуруза с. Немо 216 СВ	30	тебуконазол	
			Не обн. (<0,05)	0,064
			протиоконазол-дезтио	
		0,011	0.013	
		57	тебуконазол	
			Не обн. (<0,05)	Не обн. (<0,05)
протиоконазол-дезтио				
Не обн. (<0,01)	Не обн. (<0,01)			

* Исследования не проводились

Список литературы

1. Буга, С.Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней (рекомендации) / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Т.Н. Жердецкая. – Минск: Ин-т защиты растений, 2012. – 52 с.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / под ред. С.В. Сороки. – Минск, 2005. – С. 161–169.
3. Защита растений в устойчивых системах землепользования: (в 4 кн.) / под общ. ред. д-ра с.-х. наук Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2003. – Кн. 2. – 374 с.
4. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Часть 1-ая. Способы снижения отрицательного воздействия пищевых токсикантов на организм человека // Федер. вестн. экол. права «Экосинформ». – 2009. – №7. – С. 57–64.

5. 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. // Законодательство / Центр экологических услуг. – Режим доступа: <http://www.iso14000.by/library/low/industry/376>. – Дата доступа: 12.05.2015.

6. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности: СТБ 1036-97. Введ. 28.02.97. – Минск : Госстандарт. 1997. – 59 с.

7. Методические указания по определению метолахлора в кукурузе, сое, подсолнечнике, масле методом газожидкостной хроматографии. / Л.Г. Александрова [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Мин-во экологии и природных ресурсов Украины. – Киев, 2001. Сб. № 29. – С. 97–100.

8. Определение остаточных количеств тербутилазина в зеленой массе, зерне и масле кукурузы методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2857-11 (утв. Роспотребнадзором 31.03.2011).

9. Определение остаточных количеств никосульфурона в воде, почве, зеленой массе и зерне кукурузы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.1393-03 (утв. МЗ РФ 16.03.2003).

10. Определение остаточных количеств мезотриона в воде, почве, зеленой массе и зерне кукурузы методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.1393-03 (утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 24.06.2003).

11. Методика выполнения измерений остаточного содержания тиаклоприда в зеленой массе, семенах и масле рапса, ягодах и соке винограда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2676-10.4.1 (утв. Роспотребнадзором 02.08.2010).

12. Определение остаточных количеств карфентразон-этила в воде и его метаболита карфентразона в воде, почве, зерне и соломе колосовых культур методом газожидкостной хроматографии // Сб. метод. указаний «Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды». – М., 2004. – Вып. 1. – С. 64–75.

13. Методика определения ацетамиприда, действующего вещества препарата «Агролан, РП», в воде, почве воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Н.И. Марусич, Н.П. Лешошук, Ю.В. Гарасюк / Утв. Гл. гос. сан. врачом РБ 19.11.2007.

14. Определение остаточных количеств пикоксистробина в воде, почве, зерне и соломе зерновых культур, зеленой массе и корнеплодах сахарной свеклы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2779-10 (утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 24.10.2010).

15. Методические указания по определению ципроконазола в почве и корнеплодах сахарной свеклы / Л.Г. Александрова [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / М-во экологии и природ. ресурсов Украины. – Киев, 2004. – Сб. № 37. – С. 99–104.

16. Временные методические указания по определению хармони в зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур и кукурузы, семенах и соломе льна методом ВЭЖХ / Д.Б. Гиренко [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Госхимкомиссия. – М., 1993. – Сб. № 20, т. 2. – С. 311–320.

17. Определение остаточных количеств некоторых гербицидов из класса сульфонилмочевины в воде, почве, зеленой массе и зерне озимой пшеницы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / П.М. Кислушко [и др.] // Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: метод. рекомендации / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2013. – С. 223–228.

18. Методические указания по определению фолликура в растительном материале, почве и воде газожидкостной хроматографией. / Д.Б. Гиренко [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Госхимкомиссия. – М., 1993. – Сб. № 20, т. 2. – С. 230–235.

19. Методические указания по совместному определению тиabendазола и флутриафола в почве, озимой пшенице и ржи методом тонкослойной хроматографии / Л.Г. Александрова [и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / М-во экологии и природ. ресурсов Украины. – Киев, 2004. – Сб. № 36. – С. 88–92.

M.M. Kivachitskaya, V.L. Ralovets, A.O. Poddubnaya
RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

PESTICIDES RESIDUES IN CORN CROP

Annotation. The residues of herbicides, fungicides and seed dressers active ingredients are studied in corn grain and green mass during yield harvesting. The active ingredients – carfentrazon-ethyl, thifensulphuron-methyl, C- metolachlor, terbuthylazine, nicosulfuron, mezotrion, thiaclopryd, thiabendazole, protioconazole were not determined in corn grain or their were less than the maximum permissible level (MPL).

Key words: residual quantities, corn, seed dressers, fungicides, herbicides, carfentrazon-ethyl, thifensulphuron-methyl, C-metolachlor, terbuthylazine, nicosulfuron, mezotrion, thiaclopryd, thiabendazole, protioconazole.

П.М. Кислушко

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ИЗОПРОТУРОНА В ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ, ПОЧВЕ И ВОДЕ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

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

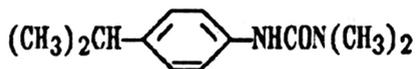
Аннотация. Разработан метод определения микроколичеств гербицида изопротурон в растительной продукции (зерно и солома зерновых колосовых культур), почве и воде. Метод основан на экстракции изопротурона из растительных проб, почвы и воды органическими растворителями, кислотном гидролизе, очистке экстракта с последующем определением ароматического амина (после бромирования) способом газожидкостной хроматографии. Предел обнаружения 0,002–0,005 мг/кг (л), среднее значение определения 79–87 %.

Ключевые слова. Изопротурон, газохроматографический метод, зерновые культуры, почва, вода, остаточные количества.

Введение. Изопротурон входит в состав гербицидных препаратов, в том числе производимых в Беларуси (Гром КС, Кугар КС, Куница КС, Легато Плюс КС, Морион СК, Пират 600 КС) [1].

Изопротурон (3-(4-изопропилфенил)-1,1-диметилмочевина) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, т.пл. 155–156 °С. Давление пара (20 °С) 0,0033 мПа (2,4 × 10⁻⁸ мм рт. ст.). Растворимость (г/л): вода (25 °С) – 0,17; ацетон – 38; гексан – 0,2; метанол – 75; ксилол – 4 [2].

Структурная формула:



Эмпирическая формула: C₁₂H₁₈N₂O.

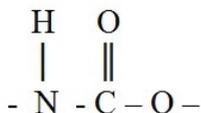
Молекулярная масса 206,1.

Гербициды на основе изопротурона используются для уничтожения двудольных сорняков в посевах зерновых культур. В странах Западной Европы ДОК в зерне хлебных злаков – 0,05 мг/кг, в Беларуси МДУ в зерне хлебных злаков – 0,01 мг/кг.

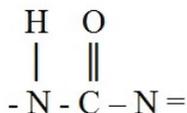
В связи с низкой летучестью изопротурона существующие методы определения остаточных количеств основаны на использовании высокоэффективной жидкостной хроматографии

и в меньшей степени – на тонкослойной хроматографии [3] с пределами обнаружения соответственно 0,04–0,08 мг/кг (ТСХ) и 0,005 мг/кг (ВЭЖХ). Разработка метода определения изопротурона с использованием газожидкостной хроматографии представляет научный и практический интерес с точки зрения повышения чувствительности и селективности определения остатков гербицида в растительной продукции, почве и воде.

Результаты исследований. Химическая структура изопротурона в значительной мере определяла выбор условий экстракции, очистки экстрактов, хроматографического разделения и детектирования препарата. Анализируя методы определения гербицидов, производных мочевины (к которым принадлежит изопротурон) и карбаминовой кислоты, удается проследить общие закономерности, обусловленные строением этих соединений. Схематически структуры гербицидов – карбаматов (1) и мочевины (2) представлены ниже [4]:



(1)



(2)

где черточками показаны связи с алкильными, алкоксильными и арильными остатками.

Как видно из рисунков, для всех структур характерно наличие карбоамильной группы



Такие соединения сравнительно неустойчивы, особенно при кипячении в щелочной среде. В результате гидролиза фенолкарбаматов и фенолмочевин, а также близких к ним анилидов, образуются ароматические амины, которые используются в различных методах анализа [5–9].

Для получения производного, пригодного для ГЖХ-определения изопротурона, были подобраны условия гидролиза вещества в кислой среде. Полученный в результате реакции ароматический амин в солевой форме не растворим в гидрофобных органических растворителях (гексан, дихлорметан, хлороформ и др.), что позволяет очистить экстракты от сопутствующих веществ. В дальнейшем ароматический амин (после повышения pH раствора до 9–10) экстрагируется хлороформом, хлороформный экстракт

упаривается досуха, сухой остаток бромруется в парах брома и анализируется методом ГЖХ.

Принцип метода. Методика основана на экстракции изопротурона из анализируемых объектов органическими растворителями, гидролизе в кислой среде, очистке экстракта путем перераспределения в системах «кислотный (щелочной раствор) – органический растворитель», бромировании с последующим определением препарата методом газожидкостной хроматографии.

Избирательность и метрологические характеристики метода. В предлагаемых условиях определения метод специфичен в присутствии пестицидов, применяемых в системах защиты зерновых колосовых культур. Метрологические характеристики метода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики метода

Анализируемый объект	Метрологические параметры, P = 0,95; n = 12					
	Предел обнаружения, мг/кг (л)	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг (л)	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение (S), %	Относит. стандартное отклонение (DS), %	Доверительный интервал среднего, %
Зерно (пшеница, ячмень, тритикале)	0,005	0,005-0,5	79,2	2,77	0,04	± 3,19
Солома (пшеница, ячмень, тритикале)	0,005	0,005-0,5	81,8	4,55	0,06	± 5,23
Почва	0,005	0,005-0,5	83,2	4,76	0,06	± 5,48
Вода	0,002	0,002–0,5	87,4	4,83	0,06	± 5,55

Средства измерения, вспомогательные устройства, материалы и реактивы. Изопротурон, аналитический стандарт с массовой долей действующего вещества 99,3%. Ацетон, чда, ГОСТ 2603-7. Хлороформ, ТУ 2631-026-78119972-2010. Метанол, х.ч., ГОСТ 6996-77. Кислота серная, ч.д.а. ГОСТ 4204-77. Натрия гидроксид, ч.д.а., ГОСТ 4328-77. Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72. Азот газообразный, осч, ГОСТ 9293-74. Стекловата (стеклоткань). Хроматон N-AW (0,100-0,125 мм). Фильтры бумажные, синяя лента, ТУ 6-09-1678. Хроматограф газовый, Цвет-800 с детектором постоянной скорости рекомбинации или HEWLETT PACKARD с детектором электронного захвата. Колонка хроматографическая стеклянная, 2000 x 2 мм, заполненная неподвижной фазой Апиэзон Л (3%) или OV-101 (5%) на хроматоне N-super (0.125-0.160 мм). Микрошприц ёмкостью 10 мкл МШ-10Ф по ТУ 64-1-2850. Весы

аналитические типа ВЛР-200, ГОСТ 19401-74. Встряхиватель механический, ТУ 64-1-1081-73 или аналогичный. Ротационный испаритель тип ИР-1М, ТУ 25-11-917-76 или аналогичный. Воронки для фильтрования стеклянные, ГОСТ 8613-75. Колбы конические с притертыми пробками вместимостью 250 см³, ГОСТ 25336-82. Колбы мерные вместимостью 100 и 250 см³, ГОСТ 1770-74. Колбы грушевидные вместимостью 100 см³, ГОСТ 25336-82. Пробирки вместимостью 25 см³, ГОСТ 1770-74. Пробирки градуированные с притертыми пробками вместимостью 5 см³, ГОСТ 10515-75. Пипетки мерные вместимостью 0,1 и 1 см³, ГОСТ 20292-74Е.

Отбор проб. Отбор проб осуществляют в соответствии с СТБ 1036-97 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности» Отобраные пробы при необходимости хранят в морозильнике при -18 °С.

Приготовление стандартных растворов. Основной стандартный раствор изопротурона с концентрацией 100 мкг/см³ готовят растворением 10 мг препаратов в ацетоне в мерной колбе на 100 см³. Рабочие растворы с концентрациями 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0 мкг/см³ готовят путем разбавления соответственно 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0 см³ основного раствора ацетоном в мерной колбе до 100 см³. Все растворы хранят в холодильнике при температуре +2 – (+5) °С не более одного месяца.

Подготовка и кондиционирование колонок. Неподвижные фазы (Апиезон Л, ОV-101), нанесенные на Хроматон N-супер, засыпают в стеклянные колонки и уплотняют под вакуумом. Колонки устанавливают в термостат хроматографа и, не подключая к детектору, стабилизируют в токе азота при температуре 280 °С в течение 16–20 часов.

Построение калибровочного графика. Для построения калибровочного графика в пробирки вместимостью 25 см³ вносят по 1 мл соответствующих рабочих растворов изопротурона с содержанием соответственно 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0 мкг. Пробирки помещают в водяную баню, нагретую до 80-90 °С и выдерживают до полного испарения ацетона. В пробирки добавляют 10 мл раствора серной кислоты (1:10) и выдерживают в водяной бане при слабом кипении в течение 60 мин. Пробирки охлаждают, переносят в делительную воронку вместимостью 200 см³, пробирки смывают 10 мл воды, переносят в делительную воронку, экстрагируют хлороформом (3 x 10 мл), встряхивая каждый раз 1 мин. Хлороформные экстракты отбрасывают. К содержимому добавляют 8 мл 20 % раствора гидроксида натрия, осторожно перемешивают в течение 1 мин. Экстрагируют хлороформом трижды (20 мл, 10 мл, 10 мл), энергично встряхивая по 1 мин.

Объединенные хлороформные экстракты фильтруют через бумажный фильтр «белая лента», переносят в стеклянные или фарфоровые чашки и упаривают досуха в токе холодного воздуха.

Сухие остатки количественно переносят хлороформом в стеклянные бюксы диаметром 24 мм и высотой 45 мм. Растворитель выдувают холодным воздухом досуха. Бюксы с сухими остатками проб переносят в эксикатор, в который помещают стеклянный бюкс с внесенными в него 10-15 каплями жидкого брома. Эксикатор закрывают хорошо притертой крышкой, помещают в темное место и выдерживают в течение 10-12 часов (можно оставлять для бромирования на ночь). **Внимание! Все работы с бромом необходимо проводить в вытяжном шкафу.**

После бромирования бюксы с пробами продувают током холодного воздуха в течение 10-15 мин, растворяют содержимое в 2-5 мл метанола и вводят в испаритель хроматографа 5 мкл раствора. По полученным данным строят график или рассчитывают уравнение линейной регрессии зависимости «массовая доля изопротурона - площадь пика», которые используют для расчета содержания гербицида в пробе.

Экстракция изопротурона из проб. 20 г. размолотого на электрической мельнице зерна, мелкоизмельченной соломы и почвы экстрагируют 50 мл ацетона, встряхивая на механическом встряхивателе 30 мин. Экстракт фильтруют через бумажный фильтр «белая лента». Процедуру повторяют еще два раза при тех же условиях. Объединенные экстракты упаривают досуха, 50 мл воды (при необходимости очищенной от механических примесей) переносят в делительную воронку, экстрагируют хлороформом (3x40 мл), встряхивая каждый раз по 1 мин. Объединенные экстракты пропускают через бумажный фильтр «белая лента» и упаривают досуха.

Сухие остатки растительного материала, почвы и воды количественно переносят ацетоном (4x1 мл) в пробирки на 25 мл, помещают в водяную баню (80–90 °С), выдерживают 15-20 мин. Дальнейшие операции проводят согласно разделу «Построение калибровочного графика».

Условия хроматографирования. Температурные режимы, тип колонки и хроматографа приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы работы при ГЖХ определении изопротурона

Режимы ГЖХ-анализа	Время удерживания, мин
Колонка 5% OV-101, длина 2,0 м, темп. кол. 250, исп. 250, детектора (ДЭЗ) 300 °С. Хроматограф HEWLETT PACKARD	1,3
Колонка Апиезон Л, 3%, длина 2,0 м, темп. кол. 180, исп. 230, детектора (ДПР) 280 °С. Хроматограф Цвет-800	2,0

Объем вводимой пробы – 5 мкл.

Минимальное детектируемое количество изопротурона – 0,1 нг.

Линейный диапазон детектирования – 0,1–10 нг.

Обработка результатов анализа. Содержание изопротурона в пробе рассчитывают по формуле:

$$X = C \times V_k / V_{xp} \times M,$$

где X – содержание препарата в пробе, мг/кг(л); C – содержание препарата в пробе, рассчитанное по калибровочному графику или по уравнению линейной регрессии, нг; V_k – объем конечного раствора, в котором растворена проба, мл; V_{xp} – объем экстракта пробы, введенный в испаритель, мкл; M – навеска пробы, г.

Требования безопасности. При работе с приборами, оборудованием и реактивами должны соблюдаться требования безопасности, установленные в технических нормативных правовых актах.

Предельно допустимые концентрации применяемых при работе токсичных, едких и легко воспламеняющихся веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (далее – ГОСТ 12.1.005-88) и Санитарных правилах и нормах (далее – СанПиН) 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденных Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 09 марта 1994 г.

Параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям СанПиН 9-80-98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12 и ГОСТ 12.1.005-88.

Работа с растворами метанола, ацетона, хлороформа, а также с жидким бромом проводится под вытяжной системой.

Заключение. В результате проведенных исследований разработан метод определения остаточных количеств гербицида изопротурон в зерне и соломе зерновых колосовых культур, почве и воде. Отличительные особенности определения изопротурона заключаются в особенностях подготовки пробы (в частности, в способе получения летучих производных, пригодных для анализа методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора по захвату электронов или постоянной скорости рекомбинации в результате кислотного гидролиза препарата, бромирования ароматического амина. В предложенном варианте метод дает возможность проводить селективное определение

изопротурона в присутствии дифлюфеникана, а также пестицидов других химических классов и технологического назначения, которые используются совместно с изопротуроном в программах защиты зерновых культур.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / сост Л.В. Плешко [и др.] – Минск: Промкомплекс, 2014. – 628 с.
2. Мельников, Н.Н. Пестициды и регуляторы роста: справочное изд. / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан. – М.: Химия, 1995.– 576 с.
3. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: методические рекомендации / П.М. Кислушко [и др.]; под ред. П.М. Кислушко; РУП «Институт защиты растений». – Несвиж: Несвиж. Тип. Им. С.Будного, 2013.– 256 с.
4. Геррет, Р. Метил и фенилкарбаматы / Р. Геррет// Разложение гербицидов/ под ред. Н.Н.Мельникова.–М., 1971, с. 121.
5. Методы определения микроколичеств пропанида и 3,4-дихлораналина в воде, почве, растительных тканях и продуктах урожая / Л.Л. Кныр [и др.] – Пушино-на-Оке, 1973.
6. Кныр, Л.Л. Определение пропанида, линурона, монолинурона, 3,4-дихлоранилина в растительном материале / Л.Л. Кныр, В.П. Сухопарова // Агрохимия. – 1981. - № 6. – С. 127–131.
7. Методы анализа пестицидов / пер. с англ. С.В. Макаровой, К.Ф. Новиковой, Г.С. Швиндлермана; под ред. Н.Н. Мельникова. – Москва, 1967. – 558 с.
8. Determination of 3-(p- chlorophenyl)-1,1-dimethylurea in soils and plant tissue / W.E. Bleidner [et al.] // J. Agr. Food Chem. – 1954. – № 2. – P. 476–479.
9. Young, H. Y. Microdetermination of 3-(p-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea in plant tissue / H.Y. Young, W.A. Gortner // Analyt. Chem. - 1953. - № 25. – P. 213–214.

P.M. Kislushko

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

DETERMINATION OF ISOPROTURON RESIDUES IN GRAIN CROPS, SOIL AND WATER BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY METHOD

Annotation. The method of determining the herbicide isoproturon microquantities in plant production (grain and straw of grain spiked crops), soil and water is determined. The method is based on isoproturon extraction from plant samples, soil and water by organic solvents, acid hydrolysis, extract purification with the subsequent aromatic amine determination (after bromiding) with the help of gas-liquid chromatography. Discovery limit is 0,002–0,005 mg/kg (l), the average determination meaning is 79-87%.

Key words: isoproturon, gas-liquid chromatographic method, grain crops, soil, water, residues.

Danuta Sosnowska

*Institute of Plant Protection – National Research Institute
W. Wegorka 20 str., 60–318 Poznan, Poland*

PRECISION AGRICULTURE IN POLISH INTEGRATED PLANT PROTECTION

Abstract. Precision agriculture opens new directions for the plant protection in Poland. Polish accession to the European Union has introduced a number of legislative acts in the force. One of them is Directive 2009/128/EC of the European Parliament and the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Article 14 of this Directive says that member states shall take all necessary measures to promote low pesticide input pest management, giving wherever possible priority to non-chemical methods. From January 1st. 2014 professional users of pesticides should switch to practices and products with the lowest risk to human health and the environment. Farmers have to use integrated pest control only. Idea of the integrated pest control fits into the system of precision agriculture, because help farmers make the best decisions with regard to planting, fertilizing and harvesting crops. In plant protection precision crop management is still in the experimental phase. Plant protection with use of the instruments of precision agriculture is the element of agriculture production. Precision agriculture includes yield monitoring, yield mapping (with using Global Positioning System – GPS), variable rate fertilizer, weed mapping, variable spraying and many others. In precision agriculture the use of plant protection involves determination of the type, location and severity of the pest. For the accurate determination of the pest Institute of Plant Protection apply different tools: yellow traps, Johnson's aspirators and light trap. For determination of diseases we use volumetric spore trap and for minimizing outflows of herbicides we use Decision Support Systems (DSS). Important part in precision plant protection play sprayers equipment which use variable rate application (VRA). So due to VRA we use less chemical plant protection products which is important for environment protection.

I. Introduction.

Polish accession in the European Union has introduced a number of legislative acts in the force. One of them is Directive 2009/128/EC of the European Parliament and the Council of 20 October 2009 establishing a framework for the Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Article 14 this Directive says that member states shall take all necessary measures to promote low pesticide input pest management, giving wherever possible priority to non-chemical methods. From January 1st 2014 professional users of pesticides should switch to practices and products with the lowest risk to human health and the environment. Farmers have to use integrated pest control only.

Precision agriculture is a method of intensification in agricultural production with respect to the principles of sustainable development. Plant protection with use of the instruments of precision agricultures is the element of agricultural production in which instruments can be easily balanced by the obtained benefits.

Idea of the integrated pest control fits to the system of precision agriculture.

In this paper, one of the elements of agriculture production such as integrated plant protection will be discussed.

II. Integrated Plant Protection.

Integrated Plant Protection (IPP) is part of Integrated Pest Management (IPM).

IPM is an ecosystem – based strategy that focused on long – term prevention of pests or their damage through a combination of methods such as biological control, habitat manipulation, modification of cultural practices, and use of resistant varieties. Pesticides are used only after monitoring indicates they are needed according to established guidelines, and treatments are made with the goal of removing only the target organism. Pest control materials are selected and applied in manners that minimize risks to human health, beneficial and non target organisms, and the environment.

General principles of IPM are:

a) The prevention and/or suppression of harmful organisms should be achieved or supported among other options especially by:

- crop rotation;
- use of adequate cultivation techniques;
- use of resistant/tolerant cultivar and standard/certified seed and - planting material;
- use of balanced fertilization, liming and irrigation/drainage practices;
- perverting the spreading of harmful organisms by hygiene measures;
- protection and enhancement of important beneficial organisms.

b) Harmful organisms must be monitored by adequate methods and tools, where available.

c) Based on the results of the monitoring the professional user has to decide whether and when to apply plant protection measures.

d) Sustainable biological, physical and other non – chemical methods must be preferred to chemical methods if they provide satisfactory pest control.

e) The pesticides applied shall be as specific as possible for the target organism.

f) The professional user should keep the use of pesticides and other forms of intervention to levels that are necessary.

g) The use of multiple pesticides with different modes of action where the risk of resistance of pests to chemical pesticides is known.

Idea of the integrated pest control fits into system of precision agriculture, because help farmers make the best decision with regard to planting, fertilizing, pest control and harvesting crops. In plant protection crop management is still in the experimental phase.

III. Pest control in precision agriculture.

In IPP, monitoring and correct pest identification helps farmers to decide whether management is needed. Monitoring means checking farmer field, landscape, forest to identify which pests are present, how many there are, or what damage they've caused. Correctly identifying the pest is key to knowing whether a pest is likely to become a problem and determine the best management strategy. After monitoring and considering information about the pest, its biology, and environmental factors, we can decide whether the pest can be tolerated or whether it is a problem that warrants control. If control is needed, this information also helps to select the most effective management methods and the best time to use them.

Insect trapping is another good tool to assist a grower in monitoring the insect pressure within a given field or crop. For the accurate determination of the pest the Institute of Plant Protection - National Research Institute (IPP-NRI) in Poznan apply different tools: yellow traps, light trap, Johnson's aspirators, pheromone traps, sweet nets.

Important is also the visual method, which provides the concrete data about the abundance of insect species initial population or the intensification of its occurrence during the crops vegetative season. A direct observation might be soil analysis for the presence of beetle larvae, pupae of phytophagous insects, inspection of plants for beetles (*Coleoptera*) or their development stages, as well as to detect a possible invasion of winged forms, for example, aphids (*Aphididae*) onto the cultivated plants.

Insect catching is used for diagnostic purposes, to determine which species occur on a particular area, or a particular plant damaging it. The method is also used for flight dynamics control and determining the gradation stage of a species. Phytophagous insects are caught using different methods and various kinds of equipment:

1) light traps, which are used mainly to catch the nocturnal butterflies (*Lepidoptera*, *Noctuidae*). They have a glow discharge lamp (250 W), powered by alternating current, that serves as decoy. It allows efficient catching of nocturnal imagines of the *Noctuidae* moths.

2) yellow water – pan traps. These traps (Moricke's traps) are based on the presumption that some species e.g. beetles (*Coleoptera*) are attracted to the yellow color inside the pan. It is the best way to monitor invasions and activity of beetles.

3) yellow sticky traps.

Insects are attracted by a yellow decoy and trapped by glue distributed on its surface. These traps are to monitor flights and abundance of *Diptera* flies.

4) Barber's trap.

Is a plastic container consisting of a plastic cup, a funnel and a jar. It is placed in the field ground. These traps are used while observing pests crawling on the ground surface, such as *Coleoptera* – *Curculionidae* and others.

5) food traps, are used when the soil is analyzed for the presence of *Elateridae* larvae. Food traps are usually plastic containers with multiple holes and a cover, filled with food, e.g. potato tuber, carrot.

6) collecting nets are used for catching butterflies sitting on the plant flowers.

7) pheromone traps are based on the use synthetic pheromone like compounds. Pheromones are hormonal substances emitted by female insect. They attract males only. Therefore, only the insect attracted to a given pheromone will be present in these traps. Pheromones can also be used to confuse insects by making them mates are in the area. This can help to reduce populations of the next generation.

8) Johnson aspirator.

Is used for catching aphids and measuring their migration density. It is of especially great importance for early indications, especially of aphid species able to transfer pathogenic viruses onto various crops.

The precision management of insect pests relies on the same three elements (information, technology and management) that are important in the precision management of other crop production variables (such as soil nutrients). Constructing maps of insect pests is much more difficult because insect populations generally are spatially dynamic (changing density and location over time) and the methods that exist for mapping their distribution tend to be complicated, labor intensive, and uneconomical.

Precision agriculture can help in managing crop production inputs. In an environmentally friendly way. In plant protection pesticides should be applying only where and when they are needed, should reduce environmental loading. In plant protection application of plant protection chemicals cannot be avoided, by they have to be used responsibly; their use has to be economically beneficial and has to take into account the social aspect.

In plant protection important is method of forecasting and signaling for chemical pest control. Important is also decisions regarding time for chemical pest control.

In the Institute of Plant Protection – NRI in Poznan short – term forecasting using the computer program based on a verified mathematical model was development. This method is used to protect

cereal crop from leaf beetles (*Oulema* spp.). In many countries, one of the most economically significant pests on cereal crops are leaf beetles (*Oulema* spp.) (Wellso 1985). In Poland, there are two different species of leaf beetle – *Oulema melanopus* and *O. gallaecina* from the *Chrysomelidae* family (Walczak 1990). Each year the beetles and the larvae damage the assimilating surfaces of cereal crops leaves, causing losses in yields (Walczak et al.2009).

Research was conducted in the years 2006–2009. The research consisted in examining the usefulness of development mathematical models in the form of multiple curvilinear regressions. The model has been developed with the aim of being helpful in making decisions regarding time for cereal leaf beetle control. The basis for developing those models was statistical analysis of resulting obtained during a 5-year long period of *Oulema* spp. rearing in a phytotron and 3-year long period of rearing them in natural condition (Walczak 2008).

The model takes into account the influence of air temperature and humidity on the length of the incubation period of cereal leaf beetle. In forecast the length of the egg incubation period for example the length of the period of mass egg laying and mass larvae hatching is important. This mathematical model is very useful for the farmers or their advisors when determining the data of the treatment. It saves time and eliminates a mistake often made by producers, who decide to start leaf beetle control once considerable parts of the leaves surface have already been damaged. Treatments not conducted at optimum times are simply not profitable.

IV. Disease control in precision agriculture.

The identification and quantification of the dynamics of disease spread have been developed extensively and are assumed to be the result of spore dispersal, production, and the removal of infection sites due to previously infected plant tissue. The potential to predict where the foci are likely to occur be an important tool in the precision application of fungicides, especially protecting fungicides that cannot stop the infection once it has begun.

By predicting the advancing wave of infection, it would be possible to design precision farming fungicide applications that would enhance disease control and reduce the potential of resistant development. For example, the areas with visible and latent infections could be treated with a systematic fungicide, while a different spray could be applied to the invisible latent infections, as well as to adjacent infection sites in front of the infection wave that may have been contaminated with spores but not yet infected. This differential fungicide application would not only reduce the chance of resistance development by the pathogen, but would also reduce application costs, as many of the protectant fungicides are cheaper than the systemic. Recent advances in GPS

and application equipment have set the stage for rapid advancement of the application of GPS technology to disease control.

For determination of diseases Institute of Plant Protection – NRI in Poznan use volumetric spore trap. Institute has been providing the pest and disease regional monitoring since 2005. The results are published on the Institutes' website (www.ior.poznan.pl) under “Sygnalizacja Agrofagów” (Pests/diseases signalization). Except information about first appearance and next developmental stages the above website provides information regarding pests and diseases biology too. Such information helps the producers eliminate their individual situations on the field.

V. Weed control in precision agriculture. Decision Support System.

Controlling weeds is essential in order to obtain optimum yield and quality of cereal plants. Among the issues of precision agriculture the most important ones are Decision Support System (DSS) for prognosis of pest, weed and disease incidences, characterization, detection and identifications systems for precise determination of the spray target and navigation systems used to control the executive tools and devices for spray application.

Institute of Plant Protection – NRI in Poznan participates in the UE project “Joint use of Danish Decision Support System (DSS) for minimizing use and outflows of herbicides (DSS Herbicide)”. The aim of the project is to minimize the environmental impact of herbicide treatments in the Baltic Sea Region. The project has a particular focus on herbicides in winter wheat in the Baltic region (northern Germany, northern Poland and southern Denmark).

DSS Herbicide is using a three-step “decision engine”:

- a) assessment of the need for weed control
- b) selection of single herbicides and calculation of dose rates
- c) optimization of tank mixtures.

The overall idea of the project is to adapt a web-based Decision Support System (DSS) for farmers that has been developed and successfully applied in Denmark.

The system helps to optimize and reduce the use of herbicides at the farm level. The activities involve in a first step the creation and incorporation of basic data that allow the adoption of the system to winter wheat and the agronomical, biological and lingual conditions in Poland and Germany. The final result will be two fully operational, web-based DSS in Poland and Germany, and an extended/improved system in Denmark. They will be promoted to farmers via an extensive promotion campaign, involving continuous feedback processes with farmers/farm advisors and support by professional advisors.

VI. Spray application equipment in precision agriculture.

In precision agriculture the equipment and techniques are continuing to be developed and improved. The proper choice and use of spray application equipment have direct influence on application efficacy. Several recent developments have been aimed at modifying existing equipment to increase biological performance of pesticides, deposition efficiency of droplets while reducing the potential for drift. In general, this has been obtained by using new nozzles, air-assist system, or some kind of shield to overcome the drift-producing air currents and turbulence that occur around the nozzle during spraying. The goal in the proper application of pesticides is to achieve a uniform spray distribution while retaining the spray droplets within the intended target area. In this way have been created a new generation of nozzles (low drift, venturi- air induction, twinjet and other) which decrease chemical spray drift on the one hand and improve the pesticide efficacy on the other hand.

The new electro-aerosol technology tested in Institute of Plant Protection – NRI in Poznan utilizes liquid in the form of an electrostatic spray loaded with high-speed stream. The large initial velocity stream of aerosol particles provides deep penetration of the canopy, and the introduction of electric charge on the particles leads to an increase in the surface coverage spray target. Developed sprayer is designed primarily for the protection of high and dens plant canopy, e.g., corn, rape-seed oil or potatoes up to the soil surface. Results indicate on the large usefulness of the new application technique (supersonic jets with electrostatics loading) in agricultural practice against control of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on the corn, rape blossom beetle (*Meligetha saeneus*) and rape-seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis*) in winter oilseed rape, and spray coverage of potato plants with fungicide during control of late blight (*Phytophthora infestans*). The usage of limited spray volume to approx. 40 l/ha as a very fine spray quality with very large initial energy, and also the possibility of electrostatic loaded of the spray droplets assures the attaching of plant protection product to lower parts of plants canopy also on the bottom side of leaf blade. This new technology gave new possibilities of effective chemical protection of many cultivation crops against agrophages (pest and disease) in dense and high crops.

VII. Future of precision agriculture in IPM in Poland.

Precision agriculture includes all those agricultural production practices that use information technology either to tailor input use to achieve desired outcomes, or to monitor those outcomes (e.g. variable rate application, yield monitors, remote sensing).

One of the challenges is to show that precision agriculture can have a positive impact on the environment. Precision farming is a technology that will modifies existing techniques and incorporates new ones to

produce a new set of tools for management. Maps that characterize the spatial distribution of crop production variables such as soil nutrients, weed populations, and harvest yields will be the most important components in the precision approach to agriculture. Technologies such as Global Positioning System (GPS) enable farmers to develop and use the maps with their – map - sensitive farm equipment so that they can proscriptively apply plant protection and nutrients.

Nanotechnology has developed tremendously in the past decade and was able to create many new materials with a vast range of potential applications. Nanotechnology is defined as the manipulation and control of matter with dimension of 1–100 nanometers (billionths of a meter). At that small scale, particles have different properties. The future of precision agriculture will be nano-pesticides. The application of these products would be the only intentional diffuse input of large quantities of engineered nano-particles into the environment. Nano-pesticides may reduce environment contamination through the reduction in pesticide application rates and reduced losses. The secondary metabolites in plants have been used in the formulation of nanoparticles through increase the effectiveness of therapeutic compounds used to reduce the spread of plant diseases, while minimizing side effects for being: rich source of bioactive chemicals, biodegradable in nature and non-polluting (eco-friendly). Some nanoparticles like silver have promise action against some bacteria in plants (AbdulHammed 2012).

VIII. Acknowledge.

The Authors of this publication thank the following employees of the Institute of Plant Protection – National Research Institute in Poznan, Poland for help. These are: Prof. Dr. Felicyta Walczak, Dr. Anna Tratwal, Dr. Roman Kierzek, Dr. Kinga Matysiak.

IX. References.

1. AbdulHammed M. Al.-Samarrai 2012. Nanoparticles as alternative to pesticides In management plant diseases – A Review. International Journal of Scientific and Research Publications, 2(4): 1–4 (www.ijsrp.org)
2. Walczak F. 1990. Wzrost szkodliwości pryszczarka zbożowca (*Haplodiplois equestris* Wagner) i skrzypionek (*Lema* spp.) w uprawach zbóż w Polsce. Materiały 30.Sesji Nauk. IOR, cz. 2: 27–31.
3. Walczak F. 2008. Określenie optymalnego terminu zwalczania skrzypionek na zbożach. Annales UMCS, E: Agricultura 63: 133–138.
4. Walczak F., Gałęzowski M., Jakubowska M., Rosiak K., Tratwal A., Złotowski J., Heryng I., Gajewski M. 2009. Szkodliwość wybranych agrofagów roślin uprawnych w Polsce w 2008 roku oraz wstępne prognozy na rok 2009. Progress In Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 49(2): 508–528.
5. Wellso S.G. 1985. Wechselwirkungen zwischen Getreidehanhchen (*Oulema melanopus* L.) und Winterweizen. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beitrage 61 (S51).

Данута Сосновска

Институт защиты растений – Национальный научно-исследовательский институт, Познань, Польша

ЗНАЧЕНИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ПОЛЬШИ

Аннотация. Точное земледелие открывает новые направления в области защиты растений в Польше. Вступление Польши в Европейский Союз привело к введению в силу ряда законодательных актов. Одним из которых является Директива 2009/128 / ЕС Европейского Парламента и Совета от 21 октября 2009 года, устанавливающая рамки действий Сообщества для достижения устойчивого использования пестицидов. Статья 14 настоящей Директивы гласит, что государства-члены должны принять все необходимые меры для содействия низкого ввода пестицидов при осуществлении управления вредителями, отводя по мере возможности приоритет нехимическому методу. С 1-го января. 2014 профессиональные пользователи пестицидов должны перейти к использованию практики и продукции с наименьшим риском для здоровья человека и окружающей среды. Фермеры должны использовать только интегрированную борьбу с вредителями. Идея комплексной борьбы с вредителями вписывается в систему точного земледелия, так как помогает фермерам принимать оптимальные решения в отношении посадки, внесения удобрений и сбора урожая. Защита растений с точным управлением культурами все еще находится в экспериментальной фазе. Защита растений с использованием инструментов точного земледелия является элементом сельскохозяйственного производства. Точное земледелие включает мониторинг урожайности, картирование урожайности (с использованием глобальной системы позиционирования - GPS), различную норму внесения удобрений, картирование сорной растительности, проведение опрыскивания и многих других мероприятий. . В точном земледелии использование средств защиты растений включает определение вида, локализации и опасности вредителя. Для точного определения вредителя институт защиты растений применяет различные средства: желтые ловушки, аспираторы Джонсона и световую ловушку. Для определения болезней мы используем объемную спорную ловушку и для минимизации утечки гербицидов мы используем системы поддержки принятия решений (DSS). Важную роль в точной защите растений играет оборудование предназначенное для проведения опрыскивания с осуществлением различной нормы внесения (VRA). Исходя из этого, благодаря меняющейся норме внесения (VRA) мы используем меньше химических средств защиты растений, что имеет важное значение для защиты окружающей среды.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арашкович С.А.	311	Раловец В.Л.	331
Бакакина Ю.С.	159	Рацкевич Т.И.	108
Буга С.В.	269	Романовский С.И.	254
Буга С.Ф.	168, 191	Свидуневич Н.Л.	202
Бурнос Н.А.	168	Середняк Д.П.	263
Быковская А.В.	276	Синчук О.В.	269
Быковский А.В.	322	Содель Д.Л.	159
Вигера С.М.	298	Сорока Л.И.	43, 52, 70, 79, 90, 108
Войтка Д.В.	183, 219	Сорока С.В.	52, 79, 90, 108
Волотовский И.Д.	159	Сосновска Д.	346
Гаврилук Л.Л.	238	Сташкевич А.В.	43
Гаджиева Г.И.	11	Стригун А.А.	287
Головач В.В.	276	Судденко Ю.Н.	287
Дубовская Л.В.	159	Сыкало О.О.	298
Жуковский А.Г.	168	Терещук В.С.	108
Зяц М.А.	311	Трепашко Л.И.	278
Зяц М.Ф.	311, 322	Трибель С.А.	287
Зяц П.С.	38	Федоренко В.П.	263, 298
Ильюк О.В.	276	Цивилашвили Л.	130
Кабзарь Н.В.	79, 90, 108	Цыганов А.Р.	79, 90, 108
Капустин М.А.	146	Цыцюра Я.Г.	303
Кахадзе М.	130	Цюк А.А.	125
Кивачицкая М.М.	311, 322, 331	Червякова Л.Н.	238
Кислушко П.М.	146, 339	Чубарова А.С.	146
Ковальчук В.П.	298	Чумак П.Я.	298
Колесник С.А.	43	Чхубианишвили Ц.	130
Колтун Н.Е.	230	Шейко Я. В.	296
Комардина В.С.	177	Юзефович Е.К.	219
Корпанов Р.В.	52, 90, 108	Якимович Е.А.	139, 146
Крупенько Н.А.	168		
Лешкевич В.Г.	168		
Малания И.	130		
Надточаева С.В.	278		
Немкевич М.Г.	278		
Нехведович С.И.	183		
Панченко Т.П.	238		
Пестерева А.С.	70		
Пилат Т.Г.	191		
Поддубная А.О.	331		
Радевич С.Ю.	245		

AUTHOR INDEX

Arashkovich S.A.	311	Serednyak D.P.	263
Bakakina Y.S.	159	Sheyko Y.V.	296
Buga S.F.	169, 191	Sinchuk O.V.	269
Buga S.V.	269	Sodel D.L.	159
Burnos N.A.	168	Soroka L.I. ...	43, 52, 70, 79, 90, 108
Bykovskaya A.V.	276	Soroka S.V.	52, 79, 90, 108
Bykovsky A.V.	322	Sosnowska Danuta	346
Chervyakova L.N.	238	Stashkevich A.V.	43
Chkhubianishvili Ts.	130	Strygun O.O.	287
Chubarova A.S.	146	Suddenko Yu.N.	287
Chumak P.Y.	298	Svidunovich N.L.	202
Dubovskaya L.V.	159	Sykalo O.O.	298
Fedorenko V.P.	263, 298	Tereshchuk V.S.	108
Gavrilyuk L.L.	238	Trepashko L.I.	278
Golovach V.V.	278	Trybel S.O.	287
Hajyieva H.I.	11	Tsvilashvili L.	130
Iliuk O.V.	278	Tsyganov A.R.	79, 90, 108
Kabzar N.V.	79, 90, 108	Tsytsyura Y.G.	303
Kakhadze M.	130	Tsyuk A.A.	125
Kapustin M.A.	146	Vigera C.M.	298
Kislushko P.M.	146, 339	Voitka D.V.	183, 219
Kivachitskaya M.M.	311, 322, 331	Volotovskii I.D.	159
Kolesnik S.A.	43	Yakimovich E.A.	139, 143
Koltun N.E.	230	Yakimovich E.A.	
Komardina V.S.	177	Yuzefovich E.K.	219
Korpanov R.V.	52, 90, 108	Zayats M.A.	311
Kovalchuk V.P.	298	Zayats M.F.	311, 322
Krupenko N.A.	168	Zayats P.S.	38
Leshkevich V.G.	168	Zhukovski A.G.	168
Malania I.	130		
Nadtochaeva S.V.	278		
Nekhvedovich S.I.	183		
Nemkevich M.G.	278		
Panchenko T.P.	238		
Pestereva A.S.	70		
Pilat T.G.	191		
Poddubnaya A.O.	331		
Radevich S.Y.	245		
Ralovets V.L.	331		
Ratskevich T.I.	108		
Romanovskiy S.I.	254		

Научное издание

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Сборник научных трудов

Основан в 1976 г.

Выпуск 40

Ответственный за выпуск *Е. С. Пате́й*
Компьютерная верстка *В. В. Головач*

Подписано в печать 24.10.2016. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 20,81.
Уч.-изд. л. 18,54. Тираж 70 экз. Заказ № 9130.

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 23.12.2015.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,
www.сeгмент.бел