

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений”
(ФГБНУ ВИЗР)

ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

В Е С Т Н И К ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2(92) – 2017

Санкт-Петербург – Пушкин
2017

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК
как журнал, входящий в международную базу данных AGRIS

Учредитель Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР)
Зарегистрирован в ГК РФ по печати № 017839 от 03 июля 1998 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.Г.Иващенко

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.Н.Власенко, академик РАН, СибНИИЗХим

Патрик Гроотаерт, доктор наук, Бельгия

Дзянь Синьфу, профессор, КНР

В.И.Долженко, академик РАН, ВИЗР

Ю.Т.Дьяков, дбн, профессор, МГУ

В.А.Захаренко, академик РАН, МНИИСХ

С.Д.Каракотов, академик РАН,

 ЗАО Щелково Агрохим

В.Н.Мороховец, кбн, ДВНИИЗР

В.Д.Надыкта, академик РАН, ВНИИБЗР

В.А.Павлюшин, академик РАН, ВИЗР

С.Прушински, дбн, профессор, Польша

Т.Ули-Маттила, профессор, Финляндия

Е.Е.Радченко, дбн, ВИР

И.В.Савченко, академик РАН, ВИЛАР

С.С.Санин, академик РАН, ВНИИФ

С.Ю.Синев, дбн, ЗИН

К.Г.Скрябин, академик РАН, “Биоинженерия”

М.С.Соколов, академик РАН, ВНИИФ

С.В.Сорока, ксxn, Белоруссия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

О.С.Афанасенко,

 академик РАН

И.А.Белоусов, кбн

Н.А.Белякова, кбн

Н.А.Вилкова, дсxn, проф.

Н.Р.Гончаров, ксxn

И.Я.Гричанов, дбн

В.Г.Иващенко, дбн, проф.

М.М.Левитин, академик РАН

Н.Н.Лунева, кбн

А.К.Лысов, ктн

Г.А.Наседкина, кбн

В.К.Моисеева (секр.), кбн

Н.Н.Семенова, дбн

Г.И.Сухорученко, дсxn, проф.

С.Л.Тютюрев, дбн, проф.

А.Н.Фролов, дбн, проф.

И.В.Шамшев, кбн

Редакция

И.Я.Гричанов (зав. редакцией), С.Г.Удалов, В.К.Моисеева

Россия, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, 3, ВИЗР

Email: vestnik@vizr.spb.ru

<http://vizr.spb.ru/>

© Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР)

СОДЕРЖАНИЕ

Пути и возможности фитосанитарной оптимизации агроэкосистем Северо-Западного региона России М.В. Архипов, Т.А. Данилова, В.А. Павлюшин, С.М. Синицына, Е.Н. Пасынкова, Ю.А. Тюкалов	5
Реакции огурца при повреждении семядольных листьев обыкновенным паутинным клещом <i>Tetranychus urticae</i> Koch. В.А. Раздобурдин, О.С. Кириллова	15
Жизнеспособность семян при повреждении пшеницы вредной черепашкой А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова	22
Биологическое обоснование совместного использования микробов-антагонистов и хитозановых комплексов в защите яровой мягкой пшеницы от корневой гнили и листовых пятнистостей Л.Е. Колесников, И.И. Новикова, Э.В. Попова, Н.С. Прияткин, Ю.Р. Колесникова	28
Формирование видового состава сорных растений на примере посевов моркови в Ленинградской области Н.Н. Лунева	36
Применение биопестицида Бактавен для защиты посевов овса от болезней А.Г. Власов, В.Н. Купцов С.П. Халецкий, Э.И. Коломиец	40
Оценка применения диапаузирующей трихограммы <i>Trichogramma telengae</i> (Hymenoptera, Trichogrammatidae) в яйцах зерновой моли <i>Sitotroga cerealella</i> (Lepidoptera, Gelehiidae) в качестве корма при разведении хищного клопа <i>Orius laevigatus</i> (Hemiptera, Anthocoridae) И.М. Пазюк, А.Л. Васильев.	45
Совершенствование технологий применения средств защиты растений методом опрыскивания А.К. Лысов, Т.В. Корнилов	50
Защита картофеля от сорных растений С.И. Редюк	54
<u>Краткие сообщения</u>	
Ареал и зона вредоносности сердцевинного некроза томата А.М. Лазарев, Е.Н. Мыслик, А.Н. Игнатов	59
<u>Хроника</u>	
Памяти Владимира Александровича Колобаева (1931 — 2017)	62
Информация для авторов	63

CONTENT

Ways and possibilities of phytosanitary optimization of agroecosystems in Northwest region of Russia M.V. Arkhipov, T.A. Danilova, V.A. Pavlyushin, S.M. Sinitsyna, E.N. Pasyukova, Y.A. Tyukalov	5
Responses of cucumber to cotyledonous leaf damage by spider mite <i>Tetranychus urticae</i> V.A. Razdoburdin, O.S. Kirillova	15
Viability of seeds at damage of wheat by Sunn pest A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova	22
Biological grounds for combined use of antagonistic microorganism and chitosan compositions in protection of spring soft wheat from root rot and leaf spots L.E. Kolesnikov, I.I. Novikova, E.V. Popova, N.S. Priyatkin, Yu.R. Kolesnikova	28
Formation of weed species composition on the example of carrot crop agrocoenoses in the Leningrad Region N.N. Luneva	36
Application of Bactaven biopesticide in oat crop protection against diseases A.G. Vlasov, V.N. Kuptsov, S.P. Khaletsky, E.I. Kolomiets	40
Diapausing <i>Trichogramma telengae</i> (Hymenoptera, Trichogrammatidae) inside <i>Sitotroga cerealella</i> (Lepidoptera, Gelehiidae) eggs as a food for predatory bug <i>Orius laevigatus</i> (Hemiptera, Anthocoridae) I.M. Pazyuk, A.L. Vasilyev	45
Improvement of spraying technology of plant protection means A.K. Lysov, T.V. Kornilov	50
Protection of potatoes from weeds S.I. Redyuk	54
<u>Brief Reports</u>	
Area and harmfulness zones of pith necrosis of tomato A.M. Lazarev, E.N. Mysnik, A.N. Ignatov	59
<u>Chronicle</u>	
In memory of Vladimir Aleksandrovich Kolobayev (1931 — 2017)	62
Author instructions.	63

УДК: 632.913(470.2)

ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

М.В. Архипов,¹ Т.А. Данилова,¹ В.А. Павлюшин,² С.М. Сеницына,¹
Е.Н. Пасынкова,¹ Ю.А. Тюкалов¹

¹Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербург;

²Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведен анализ использования средств защиты растений в Российской Федерации (РФ) и Северо-Западном регионе и выявлен уровень возможных потерь урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорных растений. Рассмотрены проблемы фитосанитарной оптимизации агроэкосистем и обоснована необходимость совершенствования стратегии и тактики борьбы с вредными организмами на основе использования в системах интегрированной защиты растений малоопасных средств и принципиально новых экологически безопасных технологий их применения для получения продуктов здорового питания.

Ключевые слова: защита растений, агроэкосистемы Северо-Западного региона, системы управления защитными мероприятиями.

Современное ведение сельскохозяйственного производства при ускоренных темпах научно-технического прогресса ориентировано на получение максимальной урожайности сельскохозяйственной продукции при более эффективном использовании агропотенциала территории с учетом имеющихся в распоряжении у сельскохозяйственных предприятий агресурсов. В тоже время, интенсификация сельскохозяйственного производства, включая растениеводство, усиливает глубину и масштабы отрицательного воздействия хозяйственной деятельности человека на биосферу в целом и, особенно, на агробиоценозы.

В таких условиях происходит прогрессирующее ухудшение фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в связи с наблюдаемой тенденцией уменьшения биоразнообразия агробиоценозов и агроландшафтов. На таком фоне, в свою очередь, учащаются случаи массовых размножений ряда видов членистоногих вредителей, фитопатогенов и сорных растений из числа экологически пластичных, оптимально адаптированных к антропогенно трансформированной среде обитания и приобретающих статус доминантных и супердоминантных вредоносных объектов. В их числе саранчовые вредители, колорадский жук, клоп вредная черепашка, луговой и кукурузный мотыльки, возбудители бурой ржавчины зерновых культур, фитофтороза картофеля, борщевик Сосновского и т.п. [Павлюшин и др., 2008, 2010, 2013].

Известно, что в результате синергетического эффекта при совокупном негативном воздействии болезней, вредителей и сорных растений в мире теряется весьма значительная часть урожая сельскохозяйственных культур, достигающая в отдельные годы 50% [Санин, 2015].

Растениеводческая отрасль агропромышленного комплекса страны также несет огромные убытки из-за небла-

гополучной фитосанитарной обстановки агробиоценозов и как следствие нарушения их экологического равновесия. Воздействие вредных организмов ведет к недобору урожая и снижению качества производимой продукции. Так, ежегодные потери урожая зерна в Российской Федерации (РФ) только от болезней составляют 8.5–25 млн т, а в среднем 18.3 млн т [Санин, 2012]. В связи с этим, в современных условиях при возделывании сельскохозяйственных культур особенно возрастает значение защиты растений от вредных организмов, как фактора повышения урожайности, улучшения качества и снижения себестоимости продукции. Материалы официальной статистики Министерства сельского хозяйства РФ (МСХ РФ) за период 1990–2015 гг. показывают тесную зависимость между динамикой объемов применения, в частности пестицидов, и уровнем урожайности сельскохозяйственных культур. Например, при снижении объемов защитных мероприятий на посевах зерновых культур в целом по РФ с 1990 по 1995 гг. на 30% общая урожайность этих культур снизилась более чем на 40% [Гончаров, Чекмарев, 2009]. По данным экспертных оценок Всероссийского НИИ защиты растений (ВИЗР), проведение ежегодных мероприятий по защите растений позволяет сохранить около 17% урожая картофеля, более 15% урожая зерновых и овощных культур, а также 23% урожая плодовых насаждений и получить высокий экономический эффект (табл. 1) [Гончаров, 2010].

При этом рентабельность применения средств защиты растений резко возрастает на фоне более интенсивного и сбалансированного внесения удобрений и применения новых прогрессивных агроприемов, обеспечивающих повышение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Так, при повышении потенциальной урожай-

Таблица 1. Экономическая эффективность мероприятий по защите сельскохозяйственных растений в РФ в 2008 г. (данные экспертных оценок ВИЗР)

Культура	Сохраненный урожай			Затраты на защиту растений, уборку и доработку сохраненного урожая, млн руб.	Рентабельность, %
	млн т	% к валовому сбору	стоимость, млн руб.		
Зерновые	16.9	15.5	67600	30760	120
Картофель	6.2	16.8	62000	10056	516
Овощные	2.3	15.0	16790	5390	212
Плодовые	0.9	23.0	45000	10576	325

ности озимой пшеницы с 20 до 40–50 ц/га уровень возможных потерь и, соответственно, сохраненного урожая при эффективной защите растений, возрастает с 4.9 до 27.3 ц/га (табл. 2).

По данным МСХ РФ в последние годы масштабы проводимых мероприятий по защите сельскохозяйственных

культур в агропромышленном комплексе всей России в целом и, в частности в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО), имеют позитивную динамику. При этом отмечается не только увеличение объемов поставок средств защиты растений (табл. 3), но и масштабы обрабатываемых площадей (табл. 4).

Таблица 2. Уровень возможных потерь в зависимости от потенциальной урожайности посевов озимой пшеницы, ц/га [Гончаров, Чекмарев., 2009]

Вредоносные объекты	Урожайность, ц/га			
	до 20	20–30	30–40	40–50
Комплекс болезней (протравливание семян)	1.1	2	4	6.2
Комплекс болезней (обработка посевов)	1.0	2.5	4.5	6.5
Комплекс вредителей	1.2	2.0	4.0	9.7
Сорная растительность	1.6	2.6	3.8	4.9
Итого:	4.9	9.1	16.3	27.3

Таблица 3. Объемы поставок средств защиты растений сельскохозяйственным предприятиям РФ в 2012–2015 гг., тонн

Регион, область	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в % к 2014 г.
РФ в целом	53601.3	54566.0	55761.9	55904.6	100.3
СЗФО	1022.2	1063.1	1189.0	1233.1	103.7
Р. Карелия	2.0	1.8	2.2	2.9	131.4
Р. Коми	8.0	7.0	7.8	6.3	80.4
Архангельская	4.9	5.2	6.3	7.4	117.1
Вологодская	110.3	89.9	108.1	121.2	112.1
Калининградская	634.8	729.0	833.1	809.9	97.2
Ленинградская	129.0	99.5	116.9	150.4	128.7
Мурманская	0.4	0.4	0.1	0.1	61.5
Новгородская	46.2	48.2	45.4	59.9	131.9
Псковская	86.6	82.2	69.0	75.0	108.7

Таблица 4. Объемы проведенных мероприятий по защите посевов сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков, тыс. га

Регион, область	Посевные площади с проведением мероприятий по защите растений по годам:					Общая посевная площадь, 2015 г.	Обработанные площади в % к общей, 2015 г.
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в % к 2014 г.		
РФ в целом	73449.4	77799.2	79553.4	81794.3	102.8	79319.0	103.1
СЗФО	910.0	984.7	1154.5	1198.5	103.8	1429.6	83.8
Р. Карелия	1.5	1.2	1.4	1.7	117.5	32.5	5.2
Р. Коми	2.8	2.9	2.5	2.4	94.0	40.7	5.8
Архангельская	3.3	3.4	4.5	4.6	102.0	77.0	6.0
Вологодская	114.1	103.3	125.5	135.0	107.6	372.4	26.1
Калининградская	590.3	662.2	773.9	786.2	101.6	245.6	320.0
Ленинградская	104.9	88.2	103.9	109.9	105.9	229.9	47.8
Мурманская	0.3	0.6	0.2	0.5	в 2.5 р.	7.7	6.5
Новгородская	45.2	56.7	61.1	66.4	108.7	178.5	37.2
Псковская	47.8	66.2	81.5	91.8	112.7	245.3	37.4

Это особенно характерно для сельскохозяйственных предприятий Ленинградской, Вологодской, Новгородской и Псковской областей, где в последние годы достаточно успешно развивается производство картофеля, овощей и зерна по интенсивным технологиям.

Несмотря на то, что объемы проведения защитных мероприятий в регионе постоянно увеличиваются, в процентном отношении обрабатываемые площади от болезней, вредителей и сорных растений составляют всего от 5.2–6% в республиках Карелия, Коми и Архангельской области, до 26.1–47.8%, соответственно, в Вологодской, Новгородской, Псковской и Ленинградской областях.

Только в Калининградской области посевные площади, занятые под зерновым, картофелем и озимым рапсом обрабатываются многократно и поэтому объемы защитных мероприятий в области достигают 320%.

Приведенные выше данные свидетельствуют о значительных резервах повышения объемов применения средств защиты растений и эффективности проведения истребительных мероприятий против вредных организмов с использованием химических, биологических и других защитных средств. По сведениям ФГБУ «Россельхозцентр» в 2014 году фитосанитарный мониторинг в СЗФО был проведен на площади 2382.2 тыс. га, фитозэксперти-

за семян в объеме 68.2 тыс. т, картофеля – 67.3 тыс. т, а протравливание семян и клубней картофеля, соответственно, 39 и 28 тыс. т. Обработка посевов пестицидами осуществлена на площади 565.92 тыс. га, в том числе по вредителям 110.7 тыс. га, болезням 147.74 тыс. га и сорным растениям 307.48 тыс. га, что составляет около 40% всех посевных площадей в регионе [Чекмарев, 2014].

Дальнейшее совершенствование научных, организационных и практических направлений в защите растений должно быть неразрывно связано с усилением научного обеспечения этого направления в сфере сельскохозяйственного производства. В настоящее время в мире разработано и широко применяется в практике агропроизводства большое количество экспертных систем и систем управления защитой растений. В них используются новейшие достижения науки и техники: экспресс-методы диагностики вредных организмов, электронные планшеты, полевые микрокомпьютеры, автоматические метеостанции, спутниковые навигационные системы, электронные хранилища данных, оперативные спутниковые прогнозы погоды, технологии геостационарного позиционирования (ГПС), геоинформационные системы (ГИС), интернет-технологии и т.д. Однако, в РФ этим важнейшим направлениям, требующим проведения междисциплинарных исследований и определяющим эффективность фитосанитарии, до сих пор уделяется недостаточно внимания, тогда как поддержание оптимальных фитосанитарных условий выращивания сельскохозяйственных культур - залог получения конкурентоспособной продукции растениеводства.

Для успешного решения задач по повышению эффективности фитосанитарии в регионе необходимо осуществлять полное соблюдение комплекса мероприятий, предусматриваемых зональными системами интегрированной защиты растений. Среди них применение пестицидов, далеко не единственный путь повышения эффективности данных систем. Важно особо отметить, что сложившаяся в настоящее время во всем мире фитосанитарная ситуация в агроэкосистемах предъявляет особые требования к выбору, как средств и технологий ограничения вредоносности наиболее опасных видов вредителей, патогенов растений и сорняков, так и путей предотвращения отрицательных экологических последствий применяемых против них традиционных истребительных мероприятий.

Негативные последствия применения пестицидов заключаются не только в загрязнении ими получаемой продукции и окружающей среды, но и одновременном формировании популяций доминантных и супердоминантных видов вредителей и возбудителей болезней растений с высокими показателями резистентности к регулярно применяемым препаратам. Пестициды при этом теряют свою эффективность против вредных организмов, что вызывает неуклонное возрастание требуемых объемов их применения. Данные явления, осложняющие и обостряющие проблему повышения эффективности системных мероприятий по защите растений, обусловлены самой природой агробиоценозов как рукотворных экосистем [Павлюшин и др., 2008, 2010].

Создаваемые в настоящее время агробиоценозы представляют собой особую категорию искусственных сообществ, имеют сравнительно короткую историю по отношению к природным биоценозам, создаются человеком

по заранее намеченному плану на месте уничтоженных растительных сообществ и являются легко разрушаемым образованием, не способным сколько-нибудь длительно существовать без поддержки человека [Сукачев, 1974].

Такие агробиоценозы подвергаются особенно разностороннему и массивному влиянию человеческой деятельности, что зачастую отрицательно сказывается на их структурно-функциональной организации, фитосанитарном состоянии и продуктивности. Характер функционирования и отклики разных типов агробиоценозов на экзогенные воздействия зависят от специфики возделываемых культур, свойств их сортов, а также от частоты и радикальности изменений экологической обстановки на полях, вызываемых технологиями растениеводства и защиты растений [Шапиро, 1985].

Среди средств защиты растений наибольшее значение в дезинтеграции функционирования агробиоценозов имеют химические соединения, из которых наиболее экологически опасны инсектициды [Павлюшин и др., 2008, 2010]. Являясь в большинстве политоксичными соединениями, эти вещества, помимо загрязнения продукции и окружающей среды, нарушают и обедняют видовое биоразнообразие экосистем, изменяют состав и структуру популяций членистоногих и разрушают биоценотические связи в цепях питания, что вызывает резкое ослабление регуляторных механизмов агробиоценозов. На этом фоне выделяется ядро доминирующих видов вредителей для наиболее широко возделываемых сельскохозяйственных культур с неуправляемым ростом численности отдельных видов членистоногих фитофагов, относимых к вредителям-супердоминантам. В условиях большинства современных агробиоценозов и агроландшафтов, с ослабленным влиянием на вредителей биоценологических факторов сдерживания, значительно ускоряется их адаптогенез на уровне популяций к химическим и микробиологическим средствам защиты растений и другим стрессовым факторам агропроизводства, представляющий собой формообразовательную адаптивность, т.е. процессы микроэволюции [Васильев, 2005].

Названные адаптивные процессы, независимо от вызывающих их факторов-индукторов, максимально ускорены и происходят в первую очередь у наиболее изменчивых и экологически пластичных видов насекомых с широким спектром адапционного полиморфизма генетической природы, что характерно для большинства доминантных и супердоминантных видов консументов в сложившейся структуре агробиоценозов – таких, как колорадский жук, клоп вредная черепашка и ряд других массовых вредителей. Их местные популяции способны в течение нескольких лет утрачивать чувствительность к регулярно применяемым химическим и микробиологическим средствам защиты растений. Популяции, резистентные к инсектоакарицидам основных химических классов, уже к 2005 году были выявлены более чем у 600 видов вредителей в мире и у 38 видов членистоногих в России [Сухорученко, 2005]. В настоящее время данный показатель значительно возрастает, например, у колорадского жука, который отличается особенно высоким приспособительным и эволюционным потенциалом в связи с широким спектром адапционного полиморфизма, средний срок формирования популяциями резистентности к тому или иному препарату составляет

всего 3–5 лет [Вилкова и др., 2005]. При этом колорадский жук является одним из немногих видов насекомых-вредителей, у которых в мире зарегистрированы резистентные популяции ко всем классам используемых инсектицидов [Сухорученко, 2005]. Приведенные факты подтверждают, что практика защиты растений во многом остается несовершенной. Применяемые системы интегрированной защиты растений, хотя и базируются в нормативных регламентах на использовании различных групп средств защиты растений, а также устойчивых к вредным организмам сортов сельскохозяйственных культур, биологических, микробиологических препаратов и ряда малоопасных для полезной биоты пестицидов, все же фактически остаются нацеленными на получение одноразового защитного эффекта без всесторонней оценки экологического риска применения тех или иных препаратов и приемов.

Развитие защиты растений, как научной дисциплины, показало необходимость совершенствования стратегии и тактики борьбы с вредными организмами на основе использования в системах интегрированной защиты растений новых экологически малоопасных средств и принципиально новых технологий их применения в направлении повышения их эффективности, экологической безопасности и путем перехода к антропогенному управлению динамикой численности и адаптивными процессами биотрофов в агроэкосистемах [Жученко, 1994; Танский, 2010]. Так, А.А. Жученко [1994] считает, что необходимо переходить к «конструированию» интенсивных экологически устойчивых агроэкосистем, поддержание равновесия в которых должно быть обеспечено, главным образом, за счет оптимизации системы трофических связей и других механизмов биоценотической регуляции. Основу таких «конструируемых» сообществ должны составлять генотипы растений с заданными свойствами, отвечающие требованиям высокопродуктивного адаптивного растениеводства, экологической и санитарно-гигиенической безопасности. К ним относятся новые сорта и гибриды, которые сочетают высокую потенциальную продуктивность с комплексной устойчивостью к болезням, вредителям, неблагоприятным абиотическим факторам и способствуют повышению эффективности полезной биоты, включая энтомофагов и энтомопатогенов.

Данный подход отражен в концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, разрабатываемой ВИЗР, которая в полной мере ориентирована на положения стратегии адаптивного растениеводства, предполагающей максимальное использование естественных механизмов и структур биоценотической регуляции агроэкосистем с учетом особенностей онтогенетической и филогенетической адаптации всех их компонентов [Новожилов и др. 1993, 1995; Павлюшин и др. 2008, 2010, 2013]. В настоящее время согласно этой стратегии, принципиальной особенностью развития защиты растений является биоценотический подход к построению систем защитных мероприятий, основанный на использовании приемов и методов регулирования взаимодействий растений-продуцентов и консументов всех трофических уровней в агробиоценозах.

Такой подход делает возможным управление не только динамикой численности вредных и полезных видов, их адаптивными реакциями на популяционном уровне, но и

становится особенно важным фактором в условиях усиления экзогенного и антропогенного воздействия на агроэкосистемы при переходе на новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях «умного» сельского хозяйства. Необходимость широкой экологизации защитных мероприятий требует опережающего развития таких научных направлений сельскохозяйственной фитопатологии, энтомологии и защиты растений, как основы биологических, микробиологических методов, иммунитет растений к членистоногим вредителям и фитопатогенным микроорганизмам и других. В частности, важной экологической основой всех зональных систем интегрированной защиты растений должно являться преимущественное возделывание сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к основным болезням, вредителям и другим стрессовым факторам.

Таким образом, общей концепцией современного этапа развития сельского хозяйства является повышение его адаптивности и включение в процесс управления продуктивностью агробиоценозов экологических рычагов естественного регулирования их функционирования [Новожилов, 2005; Павлюшин и др., 2010; Вилкова и др., 2009]. Стратегия и тактика защиты растений, как неотъемлемые части агропроизводства, должны в полной мере отвечать данной концепции и реализоваться на практике, путем использования усовершенствованных систем интегрированной защиты основных сельскохозяйственных культур от комплекса вредных организмов и всестороннего соблюдения регламентов и технологий их применения. Согласно новым требованиям ГОСТ сам термин «интегрированная защита растений» определяется теперь как «система управления фитосанитарным состоянием экосистем путем комплексного использования различных средств и методов защиты растений с целью обеспечения фитосанитарного благополучия территории» (ГОСТ 21507-2013).

В последние годы учеными и специалистами ВИЗР разработаны и опубликованы системы и технологии интегрированной защиты важнейших сельскохозяйственных культур применительно к полевым условиям различных агроклиматических зон РФ и к условиям защищенного грунта, а также методы и технологии отдельных элементов систем интегрированной защиты растений [Иванова и др., 2011; Гричанов и др., 2009; Гончаров и др., 2012; Вилкова и др., 2009; Гричанов и др. 2012; Данилов, Павлюшин, 2015]. Большинство из них отвечают приведенным выше требованиям, содержат экологические обоснования и регламенты применения. Таковыми являются следующие разработки:

1. По картофелю – системы и технологические регламенты интегрированной защиты посадок продовольственного картофеля и репродукционного семенного картофеля в Северо-Западном регионе, а также производства и защиты семенного картофеля в Калужской области [Филипас А.С. и др., 2013; Сухорученко и др., 2011, 2016].

2. По зерновым и зернобобовым культурам – система и технологический регламент интегрированной защиты продовольственных посевов яровой пшеницы на Северо-Западе Нечерноземной зоны, а также технологии защиты озимой и яровой пшеницы в Калужской области и озимых и яровых зерновых культур и гороха в Воронежской

области [Лаптиев и др., 2008, 2009, 2010; Павлюшин и др., 2013; Филипас и др., 2014].

3. По кормовым культурам – технологии интегрированной защиты кормовых культур в Нечерноземной зоне [Павлюшин и др., 2005].

4. По овощным и цветочным культурам – системы и технологии биологической защиты овощных и цветочных культур в условиях защищенного грунта [Данилов, Иванова, 1998; Асякин и др., 2010; Павлюшин и др. 2001].

В ряде научно-методических публикаций ВИЗР даны обоснования и подтверждения защитной роли и высокой биологической эффективности устойчивых к вредным организмам сортов возделываемых растений, других элементов структуры агробиоценозов, а также отдельных технологий растениеводства [Асякин и др., 2003; Асякин, 2015; Иванова и др., 2015]. Кроме того, имеются также описания отдельных элементов систем и технологий интегрированной защиты растений, включающие: методы фитосанитарного мониторинга популяций вредителей, патогенов и сорных растений; методики оценки экономической эффективности массового производства энтомофагов; методики автоматизированного расчета стоимости экспериментальных работ по оценке эффективности и разработке регламентов применения пестицидов. Часть методических публикаций изданы как серия брошюр под единой рубрикой «Материалы к регламенту фитосанитарного оздоровления агроэкосистем» под редакцией академика РАН В.А. Павлюшина.

Общими принципиальными положениями разработанных систем интегрированной защиты любой возделываемой культуры является то, что они содержат комплекс агротехнических, профилактических, организационно-хозяйственных и истребительных мероприятий, направленных на обеспечение оптимального развития возделываемых растений и оздоровления фитосанитарного состояния полей за счет повышения сопротивляемости культуры к вредным организмам, предотвращения массовых размножений и дальнейшего распространения вредителей, болезней и сорных растений. Профилактические мероприятия включают:

- оптимальный подбор сортов, обладающих устойчивостью к доминирующим видам вредителей и патогенов в фактических условиях выращивания данной культуры;
- соблюдение оптимального севооборота для культуры и других обязательных элементов ее агротехники;
- обеспечение оптимально сбалансированного внесения минеральных удобрений, что наряду с повышением продуктивности растений повышает также степень устойчивости многих культур к болезням и вредителям.

Для принятия обоснованных решений о применении химических и микробиологических средств защиты обязательным элементом системы интегрированной защиты растений должен быть мониторинг видового состава и численности популяций вредных организмов на всех этапах возделывания любой культуры. В ВИЗР разработаны методы фитосанитарного мониторинга применительно к большинству вредоносных объектов, изданные в виде сборников и методических рекомендаций. По результатам мониторинга дается прогноз необходимости и сроков проведения защитных мероприятий с обязательным учетом общепринятых экономических порогов вредоносно-

сти (ЭПВ) насекомых, клещей, фитопатогенов и сорных растений. Учеными и специалистами ВИЗР обоснована также необходимость проведения биомониторинга внутривидовой изменчивости членистоногих вредителей и фитопатогенных микроорганизмов как важного элемента систем интегрированной защиты растений. Это связано с явлениями адаптациогенеза популяций патогенов и вредителей к применяемым пестицидам и другим неблагоприятным для них факторам современного агропроизводства.

Разработанные параметры ЭПВ применительно к большинству вредоносных объектов как открытого [Танский, 1988], так и защищенного грунта [Павлюшин и др., 2002; Яркулов и др., 2006] позволяют резко сокращать объемы применения пестицидов, вплоть до отсутствия потребности в проведении тех или иных открытых химических обработок по вегетирующим растениям, и в первую очередь на посевах и посадках устойчивых к вредителям и (или) патогенам сортов растений, на которых численность вредителей и степень развития заболеваний значительно ниже, чем на неустойчивых сортах. В качестве примера можно привести сравнительные средние показатели заселенности и поврежденности колорадским жуком посадок устойчивых и неустойчивых к вредителю сортов картофеля в условиях Ленинградской области (табл. 5).

В целом анализ выше названных методических и технологических разработок ВИЗР показывает, что применительно к условиям Северо-Западного региона и всей Нечерноземной зоны РФ наиболее полно отвечают современным требованиям руководства по системам интегрированной защиты от комплекса вредных организмов посадок продовольственного и репродукционного семенного картофеля, посевов яровой пшеницы, кормовых культур, а также по биологической защите овощных культур в теплицах и ее экологическим основам. Данные методические пособия содержат расчеты показателей экономической эффективности применения предлагаемых технологий в условиях открытого грунта (табл. 6–8), либо расчеты биологической эффективности применения биопрепаратов с приведением показателей прибавки урожая (табл. 9) и экономической эффективности их применения по показателю чистого дохода при биозащите овощных культур в теплицах [Гончаров и др., 2012].

Следует особо отметить пример эффективности усовершенствованной технологии интегрированной защиты кормовых культур (табл. 8), как отчетливо экологизированной, в которой экономический эффект достигается за счет реализации резервов сокращения кратности химобработок и норм расхода препаратов, что позволяет в 7–10 раз снизить инсектицидную нагрузку на агробиоценозы по сравнению со стандартной технологией. При этом подчеркивается, что только за счет устойчивости культур и их сортов к вредителям (например, гибридного и белого клевера – к клеверным семяедам, турнепса и брюквы – к крестоцветным блошкам) норма расхода инсектицидов снижается на 30%. [Танский, 1988].

К сожалению, аналогичные примеры оценки прямого экономического эффекта, получаемого благодаря использованию устойчивых сортов растений, во всех остальных названных методических разработках, крайне немногочисленны. Применительно к защите растений овощных культур, как в открытом, так и в защищенном грунте весь-

Таблица 5. Средние показатели заселенности и поврежденности колорадским жуком сортов картофеля в условиях Ленинградской области в 2005–2012 гг. [Иванова, Фасулати, 2015]

Сорта картофеля	Среднее количество особей вредителя на 100 растений:			Средний балл поврежденности ботвы по шкале ВИЗР
	перезимовавшие жуки	кладки яиц	личинки III-IV возрастов	
Устойчивые сорта				
Свитанок киевский	5–10	15–20	70–100	0.1–0.5
Петербургский	3–7	10–20	50–100	0.1–0.5
Ладожский	7–10	20–30	50–100	0.2–0.5
Радонежский	5–8	20–25	80–150	0.2–0.7
Елизавета	5–10	10–20	70–100	0.2–0.6
Холмогорский	7–15*	30–40	70–150	0.4–1.0
Виктория	7–10	25–30	100–150	0.3–0.8
Рябинушка	3–5	15–20	50–80	0.1–0.5
Добрыня	4–8	20–25	100–150	0.3–0.8
Лига	6–10	25–40	100–200	0.5–1.3
Наяда	3–5	10–20	50–100	0.2–0.5
Гала, Даная, Реал, Янка, Сифра, Альпий парус, Сиреневый туман, Дельфине, Эл Мундо, Музыка	Выделены по результатам полевой оценки (Гатчинский ГСУ) и экспериментальным данным 2012–2015 гг.		100–400 (Гатчинский ГСУ, 2012 г.)	0.5–1.2
Сорта, наиболее сильно заселяемые и повреждаемые жуком				
Луговской	25–40*	80–100	500–1000*	1.5–2.5*
Невский	20–40*	70–100	1000–1500*	1.5–2.5*
Чародей	30–50*	90–120*	700–1000*	0.7–1.5
Аврора	25–40*	70–100	1000–1500*	1.5–2.5*
Лагона	20–30*	60–80	500–800*	1.6–2.3*
Скарб	25–40*	70–100	800–1300	1.5–2.5*

Примечание - * Показатели выше значений ЭПВ

Таблица 6. Экономическая эффективность применения интегрированной системы защиты картофеля в ФГУП «Калозицы» Ленинградской области (в среднем за 2004, 2005 и 2007 гг.) [Система интегрированной защиты ..., 2016]

Наименование	Интегрированная защита картофеля	Базовый вариант защиты картофеля
Полученный урожай, ц/га	228.6	212.2
Сохраненный урожай, ц/га	16.4	-
Стоимость сохраненного урожая, руб./га	19817.7	-
Затраты на защиту растений и уборку сохраненного урожая, руб./га	11049.6	5178.1
Дополнительные затраты на защиту растений	5871.5	-
Чистый доход, руб./га	13946.2	-
Рентабельность, %	237.5	-

Таблица 7. Экономическая эффективность системы интегрированной защиты продовольственных посевов пшеницы яровой на полях Меньковского филиала АФИ [Региональная система интегрированной защиты..., 2013]

Показатели	Сорта, годы, дозы удобрений		
	Эстер, 2012 г. N - 60	Дарья, 2013 г.	
		N - 20	N - 60
Урожайность, ц/га	33.4	24.0	42.2
Сохраненный урожай, ц/га	9.1	2.4	7.3
Стоимость сохраненного урожая, руб./га	5005	1560	4745
Затраты на защиту растений, руб./га	2473.8	2473.8	2473.8
Затраты на уборку и доработку сохраненного урожая, руб./га	394	96	292
Чистый доход, руб./га	2167.2	-990.2	1979.2
Рентабельность, %	76.4	-	71.6

Таблица 8. Экономическая эффективность защиты кормовых культур от вредителей, болезней и сорняков (на примере бобовых трав) [Технология интегрированной защиты кормовых культур..., 2005]

Системы защиты растений	Число обработок	Инсектицидная нагрузка (л/га, кг/га)	Экономический эффект, усл.ед./га*	Энергоемкость защиты растений, МДж/га
Стандартная	3–4	1.2–2.0	11–16	3900–5200
Усовершенствованная	1–2	0.1–0.3	28–34	900–2600

*В расчетных ценовых единицах того времени

Таблица 9. Биологическая эффективность и прибавка урожая тепличных культур при использовании биопрепаратов в теплицах Приморья [Павлюшин и др., 2002]

Биопрепараты, штаммы-продуценты	Заболевания с.-х. культур	Биологическая эффективность, %	Культура	Прибавка урожая, кг/м ²
<i>T. lignorum</i>	Корневая гниль, фузариоз	68–72	Огурцы Томаты	0.9–2.6 0.6–0.9
<i>T. lignorum</i> Б-10	Корневая гниль, фузариоз	72–77	Огурцы Томаты	1.1–2.3 0.6–1.4
<i>T. lignorum</i> Л-17	Ризоктониоз, аскохитоз	69–88	Огурцы Томаты	0.7–1.6 0.8–1.7
<i>T. lignorum</i> Истокский	Корневая и серая гнили	72–84	Огурцы Томаты	1.7–2.3 0.8–1.7
<i>T. lignorum</i> 81/17	Широкий спектр действия	68–80	Огурцы Томаты	1.3–1.8 0.6–1.3
<i>T. lignorum</i> СК-14-85	Корневая и стеблевая гнили, антракноз	67–84	Огурцы Томаты	1.2–1.7 0.5–1.2
<i>T. harzianum</i> «У»	Аскохитоз, гнили листьев, плодов и стеблей	67–72	Огурцы Томаты	1.2–1.8 0.7–1.2
Трихотеция <i>T. roseum</i>	Мучнистая роса	74–86	Огурцы Томаты	0.8–1.7 0.6–1.0
Ампеломидин <i>A. artemisia</i>	Мучнистая роса	52–62	Огурцы Томаты	0.6–0.9 0.5–1.0
Бактофит <i>B. subtilis</i>	Мучнистая роса, прикорневая и серая гнили	74–78	Огурцы Томаты	1.2–1.9 0.7–1.3
Алирин Б <i>B.subtilis</i> В-10	Мучнистая роса, стеблевая и серая гнили	72–86	Огурцы	1.2–1.6

ма ценна также методика определения экономических показателей массового производства энтомофагов [Гончаров и др., 2012], предназначенная для обоснования соответствующих бизнес-планов.

Ценными сторонами обеих систем интегрированной защиты посадок картофеля является особое внимание к проведению комплекса агротехнических и профилактических мероприятий с их детальным описанием, наличие достаточно подробных сведений об основных вредоносных объектах с биологическими характеристиками вредоносности и рекомендованных для данной зоны сортов картофеля с характеристиками их устойчивости к основным вредоносным объектам [Сухорученко и др., 2011, 2016]. Это убеждает в хорошей обоснованности предлагаемых защитных мероприятий. В частности, их обязательным элементом является предпосадочная обработка семенных клубней смесями с включением неоникотиноидных инсектицидов по причине почти повсеместно высокой (превышающей ЭПВ) в регионе численностью и вредоносностью многоядных почвообитающих вредителей – проволочников, в борьбе с которыми иные технологии применения инсектицидов непригодны. При этом отмечается, что данный технологический прием, как правило, одновременно обеспечивает достаточный защитный эффект и от колорадского жука, в результате чего против него уже не требуются открытые обработки инсектицидами вегетирующих растений.

В текстах других названных выше систем и технологий интегрированной защиты растений, разработанных применительно к условиям как открытого, так и защищенного грунта, технологические регламенты в виде наглядных таблиц, которые отражают последовательность рабочих

этапов и операций практически отсутствуют и тем самым создают объективные неудобства пользования этими ценными методическими пособиями.

Преимуществами ряда названных изданий перед другими является наличие в них списков сортов той или иной культуры (картофеля, пшеницы, огурца, томата, перца, баклажана и других), включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ, с характеристиками их устойчивости к болезням и вредителям в виде наглядных таблиц. Такие списки сортов имеются в системах интегрированной защиты картофеля, яровой пшеницы и биологической защиты овощных культур в теплицах, разработанных ВИЗР. Обращает на себя внимание то, что доля как сортов картофеля с комплексной устойчивостью к колорадскому жуку и особо вредоносным заболеваниям одновременно (Елизавета, Ладожский, Лига, Найда, Петербургский, Рябинушка, Сиреневый туман и др.), так и сортов яровой пшеницы с групповой устойчивостью к основным болезням (Амир, МИС, Эстер, Приокская, Сударыня, Ленинградская 6, Ленинградская 97, Иргина, Иволга) значительно выше среди сортов отечественной селекции, чем зарубежных. В то же время известно, что доля фактически возделываемых устойчивых к вредным организмам сортов картофеля и других важнейших сельскохозяйственных культур в посевных площадях РФ как была, так и остается низкой – особенно сортов, устойчивых к вредным членистоногим. В связи с этим защитный и фитосанитарно-оздоровительный потенциал систем интегрированной защиты растений, как основы экологической оптимизации состояния агроэкосистем, реализуется в отечественном сельскохозяйственном производстве еще крайне недостаточно.

Заключение

Сложившаяся ситуация в области защиты растений, характеризующаяся как фитосанитарная дестабилизация,

является следствием не всегда обоснованной политики по реформированию сельского хозяйства, которая проводи-

лась в агропромышленном комплексе (АПК) РФ в течение двух последних десятилетий.

В результате была во многом нарушена система научного обеспечения АПК РФ, включая сокращение числа аграрных дисциплин и подготовку специалистов по защите растений, селекции, семеноводству и другим специальностям в ВУЗах РФ, реформирование Российской академии сельскохозяйственных наук и сельскохозяйственной науки в целом, сокращение ряда подведомственных служб МСХ РФ, в том числе за счет уменьшения числа специалистов аграрного профиля в ФГБУ «Россельхозцентр», «Россельхознадзор» и др.

Принятие действенных мер со стороны государства для исправления сложившейся ситуации и минимизации нега-

тивных последствий в сфере производства растениеводческой продукции, способно обеспечить ее биобезопасность и сделать более конкурентоспособной на мировом рынке продуктов здорового питания.

Решение задач по совершенствованию научного обеспечения АПК РФ в плане оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем Северо-Западного региона РФ будет способствовать выполнению основных положений Доктрины продовольственной безопасности РФ и указов Президента от 22 июля и 1 декабря 2016 г. по обеспечению научно-технологического развития страны и поддержки Программы развития сельского хозяйства до 2025 года и направленных на получение здоровой сельскохозяйственной продукции с минимальными экологическими рисками.

Библиографический список (Refereces)

- Асильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии / А.Г. Васильев. Екатеринбург: «Академкнига», 2005. 640 с.
- Вилкова Н.А. Принципы и методы выявления источников групповой и комплексной устойчивости основных сельскохозяйственных культур к вредным организмам / Н.А. Вилкова, Л.И. Нефедова, Б.П. Асьякин, А.В. Конарев, А.Б. Верещагина, О.В. Иванова, В.А. Раздобурдин, С.Р. Фасулати, Т.М. Юсупов. СПб. РАСХН, ВИЗР, ИЦЗР, 2009. 72 с.
- Вилкова Н.А. Стратегия защиты сельскохозяйственных растений от адвентивных видов насекомых-фитофагов на примере колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) / Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, С.Р. Фасулати // Вестник защиты растений. 2005. N 3. С. 3–15.
- Гончаров Н.Р. Методика определения экономических показателей массового производства энтомофагов / Н.Р. Гончаров, Н.А. Белякова, А.В. Тимофеев, Е.Г. Козлова. СПб.: ВИЗР, 2012. 32 с.
- Гончаров Н.Р. Развитие инновационных процессов в защите растений / Н.Р. Гончаров // Защита и карантин растений. 2010. N 4. С. 4–8.
- Гончаров Н.Р. Развитие инновационных процессов в защите растений, сверяясь с Доктриной продовольственной безопасности / Н.Р. Гончаров, П.А. Чекмарев. ООО НПФ «Скарабей», 2009 (<http://www.fumigaciya.ru>).
- Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга / Сб. статей под ред. И.Я. Гричанова. СПб.: ВИЗР, 2009. 84 с.
- Данилов Л.Г. Состояние, перспективы изучения и практического использования энтомопатогенных нематод (Steinernematidae) и их симбиотических бактерий (*Xenorhabdus*) против насекомых и возбудителей заболеваний растений / Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин // Вестник защиты растений. 2015. T. 85. N 3. С. 10–15.
- Данилов Л.Г. Эффективность энтомопатогенных нематод (*Steinernema feltiae* Perg.) против западного цветочного трипса на розах в защищенном грунте / Л.Г. Данилов, Г.П. Иванова // Гавриш. 1998. N 5–6. С. 7–20.
- Иванова О.В. Устойчивость картофеля к колорадскому жуку и специфика её структуры у сортов различных групп спелости / О.В. Иванова, С.Р. Фасулати // Защита и карантин растений. 2015. N 6. С. 40–43.
- Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А.А. Жученко. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 148 с.
- Иванова Г.П. Технология управления численностью вредных организмов овощных культур тепличных агроценозов на основе интеграции методов и средств защиты растений. Метод. рекомендации / Г.П. Иванова, Б.П. Асьякин, Е.Б. Бельх, В.А. Раздобурдин, Л.Д. Гришечкина, Т.С. Фоминых, Л.П. Красавина, И.И. Новикова. М.: ФГБНУ «Росинформатрех», 2011. 204 с.
- Лаптиев А.Б. Разработка технологий защиты полевых культур от вредителей, болезней и сорняков для юго-востока ЦЧЗ / А.Б. Лаптиев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров // Агробиологическое обоснование модернизации защиты полевых культур. СПб.: ВИЗР, 2010. С. 69–81.
- Лаптиев А.Б. Региональная система интегрированной защиты продовольственных посевов пшеницы яровой от вредных организмов на северо-западе Нечерноземной зоны / А.Б. Лаптиев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров, П.В. Лекомцев, В.В. Воропаев. СПб.: ВИЗР, 2013. 24 с.
- Лаптиев А.Б. Технология защиты гороха от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧР / А.Б. Лаптиев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров // Мат. к регл. фитосанитарного оздоровления агроэкосистем. СПб.: ВИЗР, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, 2009. 23 с.
- Лаптиев А.Б. Технология защиты озимых зерновых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧР / А.Б. Лаптиев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров // Мат. к регл. фитосанитарного оздоровления агроэкосистем. СПб.: ВИЗР, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, 2008. 24 с.
- Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза. Сб. статей под ред. И.Я. Гричанова. СПб.: ВИЗР, 2012. 128 с.
- Новожилов К.В. Аспекты повышения экологичности фитосанитарных блоков в технологиях современного растениеводства / К.В. Новожилов // Роль и место сельскохозяйственной науки в агропромышленном комплексе России. Юбилейная сессия РАСХН: Генетические ресурсы и биотехнология. М.: 2005. С. 84–92.
- Новожилов К.В. Стратегия фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях реформы АПК России / К.В. Новожилов, В.Н. Буров, М.М. Левитин, С.Л. Тютюрев, В.А. Павлюшин // Защита растений в условиях реформирования АПК: экономика, эффективность, экологичность. СПб. 1995. С. 512–513.
- Новожилов, К.В. Эколого-биоценологическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии / К.В. Новожилов, В.А. Захаренко, Н.А. Вилкова, К.Е. Воронин // Сельскохозяйственная биология. 1993. N 5. С. 54–62.
- Павлюшин В.А. Агробиологическое обоснование модернизации защиты полевых культур / В.А. Павлюшин и колл. авторов. СПб.: ВИЗР, 2010. 120 с.
- Павлюшин В.А. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия / В.А. Павлюшин и др. СПб.: 2008. 119 с.
- Павлюшин В.А. Система биологической защиты овощных культур от вредителей и болезней в теплицах / В.А. Павлюшин, Г.П. Иванова, Б.П. Асьякин. СПб.: ВИЗР, 2001. 72 с.
- Павлюшин В.А. Система биологической защиты овощных культур от вредителей и болезней в теплицах / В.А. Павлюшин, Г.П. Иванова, Б.П. Асьякин, Е.Б. Бельх, В.А. Раздобурдин, Л.Д. Гришечкина, Л.П. Красавина, В.Г. Корнилов. СПб.: ВИЗР, 2002. 60 с.
- Павлюшин В.А. Технология интегрированной защиты кормовых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нечерноземной зоне РФ / В.А. Павлюшин, С.Г. Иванов, Г.И. Сухорученко, В.И. Долженко, Н.Р. Гончаров, А.К. Лысов. СПб.: ВИЗР, 2005. 36 с.
- Павлюшин В.А. Технологии создания и использования сортов и гибридов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам в защите растений / под ред: акад. РАСХН В.А. Павлюшина, чл.-корр. РАСХН О.С. Афанасенко, дбн Л.А. Михайловой, дбн Н.В. Мироненко. СПб.: ВИЗР, 2010. 320 с.
- Павлюшин В.А. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова, С.Р. Фасулати. СПб.: «Родные просторы», 2013. 184 с.

- Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза – основа управляемой защиты растений / С.С. Санин // Современные системы и методы фитосанитарной экспертизы и управления защитой растений: сборник Международной конференции с элементами научной школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. Большие Вяземы, Московской области. 2015. С. 4–13.
- Санин С.С. Эпифитотии болезней зерновых культур. Теория и практика / С.С. Санин. М.: НИПКЦ Восход-А, 2012. 451 с.
- Система интегрированной защиты посадок продовольственного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации / Г.И. Сухорученко, С.А. Волгарев, Г.П. Иванова, О.В. Долженко, Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати, А.Б. Верещагина, М.В. Патрикеева, Л.П. Козлов, А.В. Хютти, С.Л. Тюттерев, Т.А. Евстигнеева, В.А. Павлюшин, Л.Г. Данилов, Л.А. Буркова, Л.Д. Гришечкина, А.В. Герасимов, Т.А. Маханькова, С.Г. Иванов, С.И. Редюк и др. СПб.: ВИЗР, ИЦЗР, 2011. 43 с.
- Система интегрированной защиты репродукционного семенного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации / Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова, С.А., Волгарев, Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати, А.Б. Верещагина, М.Н. Берим, А.В. Хютти, Т.С. Фоминых, Ф.Б. Ганибал, В.А. Павлюшин, Л.Г. Данилов, А.М. Лазарев, Л.А. Буркова, О.В. Долженко, Л.Д. Гришечкина, Т.А. Маханькова, А.С. Голубев, А.К. Лысов, Т.В. Корнилов и др. СПб.: ВИЗР, ИЦЗР, 2016. 64 с.
- Сукачев В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения. / В.Н. Сукачев // Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. С. 5–13.
- Сухорученко Г.И. Положение с резистентностью вредных видов в растениеводстве России в начале XXI века / Г.И. Сухорученко // Фитосанитарное оздоровление экосистем (Симпозиум «Резистентность вредных организмов к пестицидам»): мат. 2-го Всерос. съезда по защите растений. СПб.: 2005. С. 61–66.
- Танский В.И. Биологические основы вредоносности насекомых / В.И. Танский. М.: Агропромиздат, 1988. 180 с.
- Танский В.И. Фитосанитарная устойчивость агробиоценозов / В.И. Танский. СПб.: Б.и., 2010. 66 с.
- Филипас А.С. Технология защиты озимой и яровой пшеницы от вредных организмов в Калужской области / А.С. Филипас, Л.Н. Ульяненко, Н.Р. Гончаров, Т.А. Дадаева, В.А. Филоненко, В.Н. Мазуров, А.С. Ионичев. СПб.: ВИЗР, Калужская ОСХС, 2014. 25 с.
- Филипас А.С. Технологические регламенты производства и защиты семенного картофеля в Калужской области. / А.С. Филипас, Н.Р. Гончаров, Т.А. Амелюшкина, В.Н. Мазуров. СПб.: ВИЗР, Калужский НИИХС, 2013. 68 с.
- Чекмарев П.А. О ходе подготовки к проведению весенних полевых работ в регионах Северо-Западного федерального округа / П.А. Чекмарев // Доклад МСХ РФ, 2014.
- Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам / И.Д. Шапиро. Л.: ЗИН АН СССР, 1985. 321 с.
- Яркулов Ф.Я. Экологические основы биологической защиты овощных культур в теплицах Приморского края / Ф.Я. Яркулов, Н.А. Белякова, Г.Р. Леднев, И.И. Новикова, В.А. Павлюшин. СПб.: Владивосток, ВИЗР, «ДЭМ Приморье КСП». 2006. 184 с.

Translation of Russian References

- Asyakin B.P. Biological substantiation of protection of cabbage cultivated by seedless technology from complex of harmful organisms. Vestnik zashchity rastenii. 2015. N 2(84). P. 48–52. (In Russian).
- Asyakin B.P., Ivanova G.P., Belykh E.B., Razdoburdin V.A., Grishechkina L.D., Fominykh T.S., Krasavina L.P., Novikova I.I., Guskova L.A. Biological system for protection of vegetable crops in greenhouses with methods for controlling activity of harmful and beneficial organisms. St. Petersburg, Pushkin: VIZR. 2010. 54 p. (In Russian).
- Asyakin B.P., Krasavina L.P., Belyakova N.A. Nectariferous plants in biological protection of vegetable crops from pests. St. Petersburg, Pushkin: VIZR. 2003. 44 p. (In Russian).
- Chekmarev P.A. On the progress of preparations for spring field work in the regions of the North-West Federal District. Doklad MSKH RF, 2014.
- Danilov L.G., Ivanova G.P. Effectiveness of entomopathogenic nematodes (*Steinernema feltiae* Perg.) against western flower thrips on roses in sheltered ground. Gavrish. 1998. N 5–6. P. 17–20. (In Russian).
- Danilov L.G., Pavlyushin V.A. Status, perspectives of studying and practical use of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae) and their symbiotic bacteria (*Xenorhabdus*) against insects and pathogens of plant diseases. Vestnik zashchity rastenii. 2015. T. 85. N 3. P. 10–15. (In Russian).
- Filipas A.S., Ulyanenko L.N., Goncharov N.R., Amelyushkina T.A., Mazurov V.N. Technological regulations for the production and protection of seed potatoes in the Kaluga region. St. Petersburg. 2013. 68 p. (In Russian).
- Filipas A.S., Ulyanenko L.N., Goncharov N.R., Dadaeva T.A., Filonenko V.A., Mazurov V.N., Ionichev A.S. Technology of protection of winter and spring wheat from pests in the Kaluga region. St. Petersburg. 2014. 25 p. (In Russian).
- Goncharov N.R. Development of innovative processes in plant protection. Zashchita i karantin rastenii. 2010. N 4. P. 4–8. (In Russian).
- Goncharov N.R., Belyakova N.A., Timofeev A.V., Kozlova E.G. Methodology for determining economic indicators of mass production of entomophages. St. Petersburg. VIZR. 2012. 32 p. (In Russian).
- Goncharov N.R., Chekmarev P.A. Development of innovative processes in plant protection, verified with the Doctrine of Food Security. OOO NPF «Skarabej», 2009 (<http://www.fumigaciya.ru>). (In Russian).
- Grichanov I.Ya. (Ed.). High-performance and high-precision technologies and methods of phytosanitary monitoring. St. Petersburg. VIZR. 2009. 84 p. (In Russian).
- Grichanov I.Ya. (Ed.). Methods of phytosanitary monitoring and forecasts. Collection of papers. St. Petersburg: VIZR, 2012. 128 p. (In Russian).
- Ivanova G.P., Asyakin B.P., Belykh E.B., Razdoburdin V.A., Grishechkina L.D., Fominykh T.S., Krasavina L.P., Novikov I.I. Technology of controlling the numbers of pests of vegetable crops in greenhouse agrocenoses on the basis of integration of methods and means of plant protection. Methodical Recommendations. Moscow. FGBNU Rosinformagrotekh, 2011. 204 p. (In Russian).
- Ivanova O.V., Fasulati S.R. Stability of potatoes to Colorado beetle and specificity of its structure in varieties of different ripening groups. Zashchita i karantin rastenii. 2015. N 6. P. 40–43. (In Russian).
- Laptiev A.B. Technology of protection of winter cereals from a complex of pests in the southeast of the TSCHR. In: Mat. k regl. fitosanitarnogo ozdorovleniya agroehkosisistem. St. Petersburg. 2008. 24 p. (In Russian).
- Laptiev A.B., Shpanev A.M., Goncharov N.R. Development of technologies to protect field crops from pests, diseases and weeds for the South-East of the Central Chernozem Region. In: Agrobiologicheskoe obosnovanie modernizatsii zashchity polevykh kul'tur. St. Petersburg.: VIZR, 2010. P. 69–81. (In Russian).
- Laptiev A.B., Shpanev A.M., Goncharov N.R. Technology of pea protection from complex of pests in the South-East of the Central Chernozem Region. In: Mat. k regl. fitosanitarnogo ozdorovleniya agroehkosisistem. St. Petersburg. 2009. 23 p. (In Russian).
- Laptiev A.B., Shpanev A.M., Goncharov N.R., Lekomtsev P.V., Voropayev V.V. Regional system of integrated protection of spring wheat food crops from pests in the Northwest of the Non-Chernozem zone. St. Petersburg: VIZR. 2013. 24 p. (In Russian).
- Novozhilov K.V. Aspects of increase of ecological compatibility of phytosanitary blocks in technologies of modern plant growing. In: Rol i mesto sel'skhozajstvennoi nauki v agropromyshlennom komplekse Rossii. Yubileinaya sessiya RASKHN: Geneticheskie resursy i biotekhnologiya. Moscow. 2005. P. 84–92. (In Russian).
- Novozhilov K.V., Burov V.N., Levitin M.M., Tyuterev S.L., Pavlyushin V.A. Strategy of phytosanitary optimization of plant growing in conditions of reform of agro-industrial complex of Russia. In: Zashchita rastenii v usloviyah reformirovaniya APK: ekonomika, ehffektivnost, ehkologichnost. St. Petersburg. 1995. P. 512–513. (In Russian).
- Novozhilov K.V., Zakharenko V.A., Vil'kova N.A., Voronin K.E. Ecological and biocenotic concept of plant protection in adaptive agriculture. Selskhozajstvennaya biologiya. 1993. N 5. P. 54–62. (In Russian).
- Pavlyushin V.A. Agrobiological substantiation of modernization of protection of field crops. St. Petersburg: VIZR. 2010. 120 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A. Anthropogenic transformation of agroecosystems and its phytosanitary consequences. St. Petersburg. 2008. 119 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Afanasenko O.S., Mikhailova L.A., Mironenko N.V. Technologies of creation and use of varieties and hybrids with group and complex resistance to harmful organisms in plant protection. St. Petersburg: VIZR. 2010. 320 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Ivanov S.G., Sukhoruchenko G.I., Dolzhenko V.I., Goncharov N.R., Lysov A.K. Technology of integrated protection of fodder crops from pests, diseases and weeds in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation. St. Petersburg: VIZR. 2005. 36 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Ivanova G.P., Asyakin B.P. System of biological protection of vegetable crops against pests and diseases in greenhouses. St. Petersburg: VIZR, 2001. 72 p. (In Russian).

- Pavlyushin V.A., Ivanova G.P., Asyakin B.P., Belykh E.B., Razdoburdin V.A., Grishchekina L.D., Krasavina L.P., Kornilov V.G. System of biological protection of vegetable crops against pests and diseases in greenhouses. St. Petersburg: VIZR. 2002. 60 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., Fasulati S.R. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St. Petersburg: Rodnye prostory, 2013. 184 p. (In Russian).
- Sanin S.S. Epiphytity of diseases of cereals. Theory and practice. Moscow: NIPKC Voskhod-A, 2012. 451 p. (In Russian).
- Sanin S.S. Phytosanitary examination – the basis of controlled plant protection In: *Sovremennyye sistemy i metody fitosanitarnoi ekspertizy i upravleniya zashchitoy rastenii: sbornik Mezhdunarodnoi konferentsii s elementami nauchnoi shkoly dlya molodykh uchenykh, aspirantov i studentov. Bolshie Vyazemy*. 2015. P. 4–13. (In Russian).
- Shapiro I.D. Immunity of field crops to insects and mites. Leningrad: ZIN AN SSSR, 1985. 321 p. (In Russian).
- Sukachev V.N. Basic concepts of biogeocenosis and the general direction of their study. In: *Programma i metodika biogeocenologicheskikh issledovaniy*. Moscow: Nauka, 1974. P. 5–13. (In Russian).
- Sukhoruchenko G.I. Situation with the resistance of harmful species in plant growing of Russia in the early 21st century. In: *Fitosanitarnee ozdorovlenie ekosistem (Simpozium «Rezistentnost vrednykh organizmov k pesticidam»): mat. 2-go Vseros. syezda po zashchite rastenii*. St. Petersburg. 2005. P. 61–66. (In Russian).
- System of integrated protection of planting of food potatoes from a complex of harmful organisms in the North-West of the Russian Federation. St. Petersburg. 2011. 43 p. (In Russian).
- System of integrated protection of reproduction seed potatoes from a complex of harmful organisms in the North-West of the Russian Federation. St. Petersburg. 2016. 64 p. (In Russian).
- Tanskiy V.I. Biological basis of harmfulness of insects. Moscow: Agropromizdat, 1988. 180 p. (In Russian).
- Tanskiy V.I. Phytosanitary resistance of agrobiocenosis. St. Petersburg. 2010. 66 p. (In Russian).
- Vasiliev A.G. Epigenetic bases of phenetics: on the way to population meronomy. Ekaterinburg: Akademkniga, 2005. 640 p. (In Russian).
- Vilkova N.A., Nefedova L.I., Asyakin B.P., Konarev A.V., Vereshchagina A.B., Ivanova O.V., Razdoburdin V.A., Fasulati S.R., Yusupov T.M. Principles and methods for identifying sources of group and complex resistance of major crops to pests. St. Petersburg. 2009. 72 p. (In Russian).
- Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Fasulati S.R. Strategy of protection of agricultural plants from adventitious species of phytophagous insects using the example of the Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). *Vestnik zashchity rastenii*. 2005. N 3. P. 3–15. (In Russian).
- Yarkulov F.Ya., Belyakova N.A., Lednev G.R., Novikova I.I., Pavlyushin V.A. Ecological basis of biological protection of vegetable crops in greenhouses of Primorsky Krai. St. Petersburg. 2006. 184 p. (In Russian).
- Zhuchenko A.A. Strategy of adaptive intensification of agriculture (concept). Pushchino: ONTI PSC RAS, 1994. 148 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 5–14

WAYS AND POSSIBILITIES OF PHYTOSANITARY OPTIMIZATION OF AGROECOSYSTEMS IN NORTHWEST REGION OF RUSSIA

M.V. Arkhipov¹, T.A. Danilova¹, V.A. Pavlyushin², S.M. Sinitsyna¹, E.N. Pasyukova¹, Y.A. Tyukalov¹

¹ North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance, St. Petersburg, Russia;

² All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

Analysis of the use of plant protection products in the Russian Federation is held and the North-Western region, and potential crop losses of agricultural crops from pests, diseases and weeds are evaluated. The problems of phytosanitary optimization of agroecosystems are considered, and the necessity of improving the strategy and tactics of harmful organism control based on the use of low-hazard means in integrated pest management and fundamentally new environmentally safe technologies for obtaining healthy food products is discussed.

Keywords: plant protection; agroecosystem, North-West Russia; integrated pest management.

Сведения об авторах

Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (СЗЦППО), шоссе Подбельского, 7, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Архипов Михаил Вадимович. Заместитель директора, доктор биологических наук, профессор, e-mail: szcentr@bk.ru

Данилова Татьяна Алексеевна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: danilovata2@bk.ru

Синицына Светлана Михайловна. Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: smsin@bk.ru

Пасынкова Елена Николаевна. Главный научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: pasynkova.elena@gmail.com

Тюкалов Юрий Алексеевич. Ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, e-mail: yuat@mail.ru

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

Павлюшин Владимир Алексеевич. Директор института, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, e-mail: vizrspbz@mail.ru

Information about the authors

North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance (N-W CIRPFM), Podbelskogo shosse, 7, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Arkhipov Mikhail Vadimovich. Deputy Director, DSc in Biology, Professor, e-mail: szcentr@bk.ru

Danilova Tatyana Alekseevna. Leading researcher, PhD in Agriculture, e-mail: danilovata2@bk.ru

Sinitsyna Svetlana Mihailovna. Senior Researcher, PhD in Agriculture, Associate Professor, e-mail: smsin@bk.ru

Pasyukova Elena Nikolaevna. Chief Scientific Officer, DSc in Biology, e-mail: pasynkova.elena@gmail.com

Tyukalov Yuri Alekseevich. Leading researcher, PhD in Technical Sciences, e-mail: yuat@mail.ru

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

Pavlyushin Vladimir Alekseevich. Director of VIZR, DSc in Biology, Professor, Academician, e-mail: vizrspbz@mail.ru

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

УДК 632.654/938.1+582.681.71

РЕАКЦИИ ОГУРЦА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СЕМЯДОЛЬНЫХ ЛИСТЬЕВ ОБЫКНОВЕННЫМ ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.

В.А. Раздобурдин, О.С. Кириллова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Изучение взаимодействий в системах «растение – фитофаг» необходимо для понимания механизмов устойчивого функционирования агроэкосистем. В условиях вегетационного опыта в теплице на 4-х генотипах огурца исследовали влияние на рост семядольных листьев паутинного клеща при 3-х значениях его плотности (6, 18 и 54 особи на растение). Установлено, что изменения в размерах и темпах роста семядольных листьев зависят от генотипических свойств растений и от плотности фитофага. Исходная численность 18 клещей на растении в дальнейшем приводила к максимальному в опыте воспроизводству вредителя. Выявленная положительная корреляционная связь между показателями интенсивности роста семядольных листьев и воспроизводства паутинного клеща предполагает зависимость плодовитости самок вредителя от особенностей органогенеза семядолей. Показано, что определенное значение для развития вредителя имеет наличие кукурбитаминов в семядольных листьях; в эксперименте негативное влияние этих веществ вторичного обмена на численность паутинного клеща не зависело от плотности фитофага.

Ключевые слова: генотипы огурца, рост семядольных листьев, плотность и воспроизводство фитофага.

В течение всей жизни растение приспосабливается к изменяющимся условиям внешней среды. Его адаптация в онтогенезе обеспечивается за счет модификационной изменчивости путем перестройки в пределах нормы реакции комплекса физиолого-биохимических и морфо-анатомических признаков растительного организма.

Фитофаги для растений являются одним из факторов внешней среды. Особенности ответных реакций растений на повреждающее воздействие биотрофов связаны с тем, что они, как автотрофы, являются продуцентами органического вещества на планете и создают экологическую базу для существования различных форм живых организмов. Эти реакции имеют приспособительный характер и являются результатом сопряженной эволюции взаимодействующих организмов. Степень их выраженности зависит от специфики наносимых повреждений, силы и продолжительности воздействия повреждающего агента, а также существенно меняется в онтогенезе, что обусловлено возрастными различиями в обмене веществ, направленностью синтетических и органообразовательных процессов [Куперман Ф.М., 1973; Слепян, 1973; Вилкова, 1975; Рубин и др., 1975]. Наибольшую чувствительность к неблагоприятным факторам растения проявляют, как правило, на стадии всходов и первых этапах роста; диапазон и характер адаптивных реакций в онтогенезе специфичен для вида, экотипа, сорта растения [Жученко, 1988].

Паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch. – один из наиболее часто встречаемых видов растительноядных членистоногих в тепличных агроценозах. В связи с быстрыми

темпами развития и, как следствие, приобретением резистентности ко многим биоцидным препаратам, данный фитофаг приобрел статус опасного вредителя овощных и декоративных культур в защищенном грунте. Поиск путей, снижающих прессинг пестицидов на вредителя весьма актуален, а исследования его взаимоотношений с кормовым растением необходимы для разработки экологически безопасных методов управления численностью фитофага, сохраняющих сложные биоценотические связи и регуляторные механизмы в тепличных агроэкосистемах.

Как полифаг паутинный клещ способен жить за счет широкого круга видов кормовых растений, среди которых огурец – один из наиболее благоприятных. В настоящее время в научной литературе имеется большое количество публикаций, посвященных различным аспектам взаимоотношений огурца с паутинным клещом. Однако, взаимоотношения фитофага с растениями в начальный период их роста и развития изучены недостаточно, но такие исследования необходимы для понимания закономерностей становления и функционирования консортных систем, роли механизмов устойчивости растения и биоэкологических особенностей вредителя в этих процессах. Целью наших исследований являлось изучение особенностей взаимодействия растения и паутинного клеща, реакций автотрофа в ответ на повреждение вредителем в ювенильный период онтогенеза огурца. В частности, оценивалось влияние фитофага на рост семядольных листьев и воздействие ответных реакций растений на развитие вредителя.

Методика исследований

Исследования проводились в теплице ВИЗР на растениях 4-х образцов огурца: Апрельский F1, Гинга F1, Изумрудный поток F1 и Вязниковский 37. Первые 2 образца партенокарпические, остальные – пчелоопыляемые. В отличие от остальных, гибрид Изумрудный поток – длинноплодный. Образцы различались по наличию в семядольных листьях кукурбитаминов, определенному органолептическим методом. Эти вещества содержались в семядолях гибрида Изумрудный поток и сорта Вязниковский 37.

Растения выращивались в горшках с 0,5 л почвы. Заселение растений паутинным клещом в 3 вариантах его плотности проводили на 4 сутки после развертывания семядольных листьев. На верхнюю сторону каждого семядольного листа кисточкой помещали по 3, 9 или 27 самок вредителя (на каждое растение,

соответственно, по 6, 18 или 54 особи). Паутинного клеща предварительно разводили на растениях бобов, с которых для опыта брались случайные самки, но одинаковой окраски. Контрольные растения фитофагом не заселяли. Количество растений в каждом варианте плотности вредителя составляло: Апрельский F1, Гинга F1 и Вязниковский 37 – 9, Изумрудный поток – 6. После заселения растений клещом с интервалом в одни сутки было проведено 3 учета количества самок фитофага на верхней стороне семядольных листьев. Через 5 и 8 суток после заселения фитофагом на растениях подсчитывали количество клещей и определяли долю особей, оставшихся на растении, от исходного их количества. Через 1, 2, 3 и 5 суток после заселения растений клещом измеряли длину и ширину семядольных листьев.

На 14–е сутки на растениях подсчитывали количество самок клеща дочернего поколения, развившихся из яиц, отложенных исходными самками на семядольных листьях. Степень повреждения листьев вредителем оценивали по 5–балльной шкале: 0 баллов – поврежденный листа нет; 1 балл – повреждено до 25% поверхности листа; 2 балла – повреждено до 50%; 3 балла – повреждено до 75%; 4 балла – повреждено более 75% поверхности

Результаты исследований

Семядольные листья – первые листовые органы растения, формируются еще до образования апекса и не являются метамерами. В фазе семядольных листьев растение переходит с гетеротрофного питания за счет материнского семени на автотрофное. С фазы развернутых семядольных листьев до фазы 1–го настоящего листа для проростка растения характерно мезотрофное питание. Исследованиями на хлопчатнике установлено, что на семядольных листьях для паутинного клеща более значимы продукты фотосинтеза, чем содержащиеся в них запасные вещества материнского семени [Karban, Thaler, 1999].

Семядольные листья огурца после их развертывания растут 8–11 дней, далее их рост останавливается, но они могут сохраняться на растении почти в течение всей его жизни [Болотских, Даус, 1983]. У тыквенных культур ко времени образования на проростке 1–го настоящего листа в семядольных листьях происходит активное образование и накопление промежуточных продуктов распада белков, жиров и углеводов – ди- и трикарбоновых кислот (лимонной, яблочной, янтарной, фумаровой, малоновой). В семядольных листьях огурца отмечено также высокое содержание аскорбиновой кислоты [Белик, 1967]. Показано, что удаление одного семядольного листа через 2 дня после появления всходов сильно задерживает рост проростков, но почти не влияет на дифференциацию почек и бутонизацию. После образования настоящих листьев через 2–3 недели после всходов удаление даже обоих семядольных листьев не влияет на рост и развитие растений [Белик, 1970].

Несмотря на сравнительно короткую продолжительность активного роста семядольных листьев, их размер, как и размеры других вегетативных органов у растений, является экологически пластичным признаком. В таблице 1 приведены данные по длине семядольных листьев изучаемых образцов огурца, которые измеряли в течение 5 суток до образования на растениях 1–го настоящего листа. Показано, что длина семядольных листьев модельных образцов обусловлена генотипом и варьировала в зависимости от плотности клеща. По длине семядолей – от самых коротких до самых длинных, образцы располагались в следующей последовательности: Апрельский, Вязниковский 37, Гинга, Изумрудный поток. На 5–е сутки после начала эксперимента у первых 3–х образцов длина семядольного листа положительно коррелировала с его шириной во всех вариантах эксперимента, в том числе и на контрольных растениях ($r = 0.73–0.94$; $p \leq 0.05$). На гибриде Изумрудный поток положительная корреляция длины и ширины семядольных листьев наблюдалась только в контрольном варианте ($r = 0.95$; $p \leq 0.05$); на растениях, заселенных клещом, достоверной связи длины семядолей с их шириной не выявлено. Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа данных, в эксперименте воздействие плотности фитофага на длину семядольных листьев достоверно проявлялось на третьи

сутки после заселения семядолей клещом (табл.1). Как видно из рисунка 1, в отличие от остальных образцов, на гибриде Гинга рост семядольных листьев в меньшей степени зависел от плотности паутинного клеща.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методикам с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

сутки после заселения семядолей клещом (табл.1). Как видно из рисунка 1, в отличие от остальных образцов, на гибриде Гинга рост семядольных листьев в меньшей степени зависел от плотности паутинного клеща.

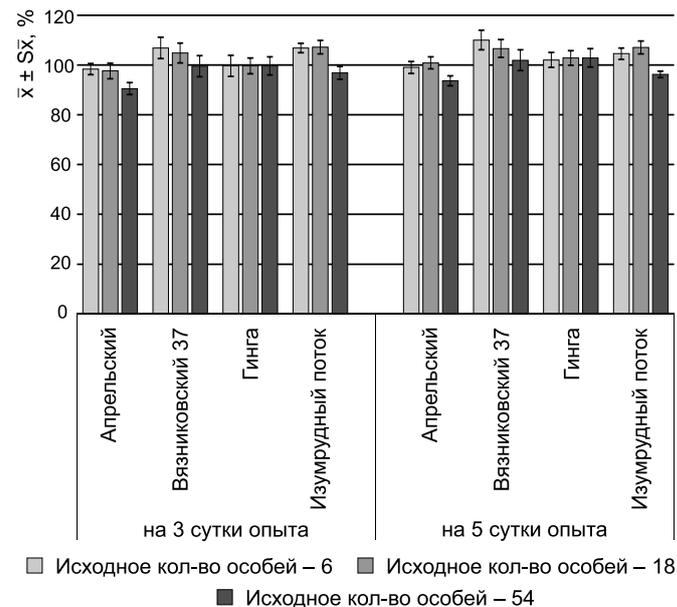


Рисунок 1. Длина семядольных листьев, заселенных паутинным клещом, в сравнении с контролем на различных генотипах огурца

Установлено, что темпы роста семядольных листьев, как и их длина, зависели от генотипических свойств огурца и плотности фитофага, однако влияние этих факторов на относительный прирост семядолей в длину в период наблюдений проявлялось только с 1 по 3 сутки (табл. 2). При этом действие плотности вредителя на данный показатель с высокой достоверностью выявлено только на гибридах Апрельский и Гинга. Изменения в темпах роста семядольных листьев модельных образцов огурца, по-видимому, связаны с особенностями их органогенеза, с процессами метаболизма в тканях семядолей при повреждении вредителем.

На 5–е сутки после начала эксперимента растения находились в фазе 1–го настоящего листа. Формирование настоящего листа (как в дальнейшем и 2–го листа) на растениях изучаемых образцов во всех вариантах опыта происходило достаточно дружно – визуальных отличий не выявлено. Доля клещей, оставшихся на растении от их исходного количества, мало зависела от генотипических свойств огурца и плотности вредителя и составляла около 60–70%. (рис. 2). Поскольку в опыте были использованы самки фитофага, не выровненные по возрасту, их элиминация, по-видимому, соответствовала естественной смертности особей. Только на гибриде Апрельский, отличающемся наиболее короткими семядольными листьями, в варианте с 54 исходными особями была заметна более

Таблица 1. Длина семядольных листьев образцов огурца при различной плотности паутинного клеща

Образец	Исходное кол-во клещей на растении, экз	Длина семядольного листа, мм (среднее ± ст. ошибка)			
		Через 1 сутки	Через 2 суток	Через 3 суток	Через 5 суток
Апрельский F1	0 (контроль)	–	–	46.4 ± 1	49.8 ± 1.2
	6	40.3 ± 1.1	43.2 ± 1.4	45.6 ± 1	49.3 ± 1.2
	18	40.4 ± 1	42.7 ± 1	45.3 ± 1.4	50.2 ± 1.2
	54	39.3 ± 0.8	42 ± 1	42 ± 1.1	46.6 ± 1
Вязниковский 37	0 (контроль)	–	–	44.1 ± 2.5	47.1 ± 2.3
	6	43.1 ± 1.9	45.7 ± 1.5	47.1 ± 1.9	51.8 ± 1.8
	18	41.8 ± 1.5	45.2 ± 1	46.2 ± 1.8	50.2 ± 1.7
	54	42 ± 1.4	43.4 ± 1.7	43.9 ± 1.8	48 ± 2
Гинга F1	0 (контроль)	–	–	49.9 ± 1.9	53.8 ± 2.1
	6	44.4 ± 1.6	46.6 ± 1.5	49.7 ± 2.1	54.9 ± 1.6
	18	43.1 ± 1.2	47.2 ± 1.2	49.7 ± 1.6	55.3 ± 1.5
	54	45.3 ± 1.5	48.4 ± 1.6	49.7 ± 1.8	55.3 ± 2
Изумрудный поток F1	0 (контроль)	–	–	53.2 ± 1.5	59.8 ± 1.4
	6	48 ± 1.1	53 ± 0.9	56.8 ± 1	62.5 ± 1.4
	18	48.3 ± 1.9	52.7 ± 0.8	57 ± 1.4	64 ± 1.5
	54	44 ± 1.1	48.7 ± 1.2	51.5 ± 1.4	57.5 ± 0.8
Безотносительно к плотности клеща					
Апрельский		40 ± 0.5	42.6 ± 0.6	44.9 ± 0.6	49.1 ± 0.6
Вязниковский 37		42.3 ± 0.9	44.8 ± 0.8	45.3 ± 1	49.3 ± 1
Гинга F1		44.3 ± 0.8	47.4 ± 0.8	49.7 ± 0.9	54.8 ± 0.9
Изумрудный поток		46.6 ± 0.9	51.4 ± 0.7	54.6 ± 0.8	61.1 ± 0.8
Безотносительно к генотипическим особенностям огурца					
Исходное кол-во клещей - 0		–	–	47.8 ± 1.1	51.7 ± 1.2
Исходное кол-во клещей - 6		43.6 ± 0.9	46.6 ± 0.9	49.2 ± 1.1	53.9 ± 1.1
Исходное кол-во клещей - 18		42.6 ± 0.8	46.4 ± 0.8	48.9 ± 1.1	54.1 ± 1.2
Исходное кол-во клещей - 54		42.5 ± 0.7	45.4 ± 0.9	46 ± 1	51.3 ± 1.2
Результаты 2-х факторного дисперсионного анализа					
Влияние фактора генотипических свойств огурца (1), F		10.99***	21.78***	22.21*** (22.42***)	36*** (33.61***)
Влияние фактора плотности клеща (2), F		0.88	1.46	2.76** (4.09**)	2.98** (4.34**)
Совместное влияние факторов (1 x 2), F		0.88	1.04	0.72 (0.6)	0.78 (0.89)

Примечание: – - учет не проводился; () - коэффициенты F при исключении из анализа контрольных вариантов;

* - $p \leq 0.1$; ** - $p \leq 0.05$; *** - $p \leq 0.01$

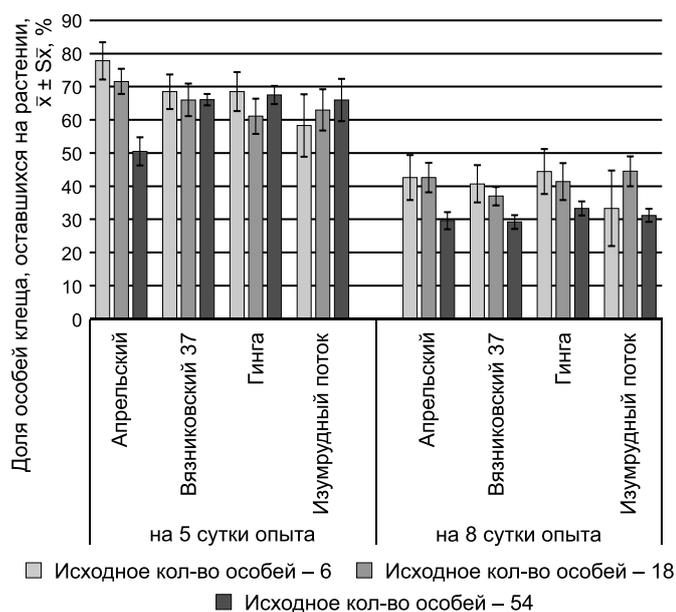


Рисунок 2. Элиминация исходных особей паутинного клеща на различных образцах огурца

существенная элиминация самок в сравнении с вариантами низкой их плотности.

На 8–е сутки эксперимента количество самок на растениях составляло 30–40% от их исходной численности (рис. 2). В целом, очевидно, что клещи в период роста семядольных листьев не стремились покинуть растения даже в условиях высокой собственной плотности. Это дает основание предположить, что клещи становятся частью системы «продуцент – консумент» и приобретают более тесные связи с растением в сравнении с другими основными видами вредителей огурца в теплицах (трипсы, тли, тепличная белокрылка), значительно более мобильными на стадии имаго.

На пятые и последующие сутки опыта происходило отрождение личинок из яиц, отложенных самками клеща на семядольных листьях. Поскольку растения были компактными (черешки листьев и междоузлия короткие), личинки, несмотря на их слабую мобильность, имели возможность расселения с семядолью на настоящие листья, где развивались до имаго. На 14 сутки после заселения растений клещом был проведен учет численности самок вредителя дочернего поколения и поврежденности листьев фитофагом. Численность молодых клещей в опыте является одним из интегральных показателей влияния растений на

Таблица 2. Прирост длины семядольного листа (в %) в зависимости от плотности паутинного клеща на различных образцах огурца

Образец	Исходное кол-во клещей на растении, экз.	Увеличение длины семядоли (% , среднее \pm ст. ошибка) в период:	
		1–3 сутки	3–5 сутки
Апрельский F1	0 (контроль)	–	7.3 \pm 0.9
	6	13.1 \pm 1.4	8.3 \pm 1.4
	18	12.1 \pm 2.1	11.1 \pm 2
	54	7 \pm 1.3	12.3 \pm 2.3
Вязниковский 37	0 (контроль)	–	7.2 \pm 1.3
	6	9.5 \pm 1.6	10.1 \pm 1
	18	10.7 \pm 2.1	9.1 \pm 2.5
	54	5.7 \pm 1.8	9.7 \pm 2.6
Гинга F1	0 (контроль)	–	8.3 \pm 1.4
	6	11.6 \pm 1.4	11.1 \pm 1.9
	18	15.2 \pm 1.7	11.6 \pm 1
	54	9.5 \pm 1.5	11.4 \pm 0.9
Изумрудный поток F1	0 (контроль)	–	12.5 \pm 1.6
	6	18.7 \pm 3.2	10 \pm 1.9
	18	16.2 \pm 2.4	12.4 \pm 2.6
	54	17.1 \pm 0.6	11.9 \pm 2
Безотносительно к плотности клеща			
Апрельский F1		10.7 \pm 1	9.6 \pm 0.9
Вязниковский 37		8.6 \pm 1.1	9 \pm 1
Гинга F1		12.1 \pm 1	10.5 \pm 0.7
Изумрудный поток F1		17.4 \pm 1.3	12 \pm 1
Безотносительно к генотипическим особенностям огурца			
Исходное кол-во клещей - 0		–	8.4 \pm 0.7
Исходное кол-во клещей - 6		12.7 \pm 1	9.9 \pm 0.8
Исходное кол-во клещей -18		13.1 \pm 1.1	10.9 \pm 1
Исходное кол-во клещей -54		9.2 \pm 1	11.5 \pm 1
Результаты 2-х факторного дисперсионного анализа:			
Влияние фактора генотипических свойств огурца (1), F		9.85***	1.88 (0.6)
Влияние фактора плотности клеща (2), F		5.01***	1.97 (0.62)
Совместное влияние факторов (1 x 2), F		0.85	0.5 (0.36)

Примечание: – - учет не проводился; () – коэффициенты F при исключении из анализа контрольных вариантов;

* - $p \leq 0.1$; ** - $p \leq 0.05$; *** - $p \leq 0.01$.

жизнедеятельность вредителя. На дату учета численность потомства была обусловлена количеством яиц, отложенных исходными самками только на семядольных листьях, а также выживаемостью и скоростью развития неполовозрелых особей при питании на настоящих листьях. Плодовитость самок, как и развитие личинок и нимф, в той или иной мере могла зависеть от плотности фитофага, влияние которой на численность потомства отражает показатель количества молодых самок, приходящееся на 1 исходную самку (воспроизводство).

В литературе по данной проблематике имеются сведения, показывающие, что повреждение семядольных листьев влияет на иммунный статус растения. В частности, на хлопчатнике показано, что как искусственные повреждения семядольных листьев (царапины, нанесенные порошком корунда), так и повреждения семядолей паутинным клещом, приводили к снижению роста численности популяции этого вредителя [Karban, Carey, 1984; Karban, 1985]. Кроме того, повреждение семядольных листьев хлопчатника паутинным клещом в дальнейшем способствовало снижению поврежденности растений гусеницами свекловичной совки [Karban, 1988] и меньшей поражаемости возбудителем вертициллиозного увядания [Karban et al., 1987].

Результаты нашего исследования показывают, что чис-

ленность потомства клеща существенно зависела от генотипических свойств огурца. На гибридах Гинга и Апрельский количество молодых клещей, как во всех вариантах плотности фитофага, так и безотносительно к плотности, было выше в сравнении с образцами Вязниковский 37 и Изумрудный поток (табл. 3). На всех образцах численность особей потомства на растениях коррелировала с поврежденностью листьев ($r = 0.76-0.9$, $p = 0.001$). Это позволяет рассматривать сорт Вязниковский 37 и гибрид Изумрудный поток как устойчивые к вредителю в сравнении с гибридами Апрельский и Гинга.

Известно, что устойчивость растений к вредителям может определяться различными механизмами иммуногенетических барьеров: атрептического, морфологического, ростового, органогенетического, физиологического, ингибиторного [Павлюшин и др., 2013]. Иммуногенетические свойства огурца в отношении паутинного клеща, в частности, могут определяться устойчивостью крахмала в листьях к расщеплению ферментами вредителя [Способ оценки устойчивости...: пат. 2137355, 1998], а также морфо-анатомическими особенностями листовых пластинок [Раздобурдин, Сергеев, 2016]. Иммунологическое значение могут иметь вещества вторичного обмена растений, относящиеся к разным классам химических соединений. Как указывалось выше, сорт Вязниковский 37 и гибрид

Таблица 3. Численность потомства и воспроизводство паутиного клеща на различных образцах огурца в зависимости от исходной плотности вредителя на семядольных листьях

Образец	Исходное кол-во клещей на растении, экз.	Кол-во клещей на растении, экз. (среднее ± ст. ошибка)	Поврежденность листьев растений клещом, балл (среднее ± ст. ошибка)	Кол-во дочерних самок, приходящееся на 1 исходную самку, экз. (воспроизводство) (среднее ± ст. ошибка)
Апрельский F1	6	31.1 ± 4.1	1.5 ± 0.1	5.2 ± 0.7
	18	122.1 ± 9.8	2.7 ± 0.2	6.8 ± 0.5
	54	195.8 ± 13.7	3.2 ± 0.1	3.6 ± 0.3
Вязниковский 37	6	16.3 ± 2	1 ± 0.1	2.7 ± 0.3
	18	69.2 ± 9	1.8 ± 0.2	3.9 ± 0.5
	54	119.7 ± 11.6	2.6 ± 0.2	2.2 ± 0.2
Гинга F1	6	37.4 ± 4.3	1.3 ± 0.1	6.2 ± 0.7
	18	160.8 ± 18.5	2.3 ± 0.1	8.9 ± 1
	54	256.3 ± 24.7	3.1 ± 0.1	4.7 ± 0.5
Изумрудный поток F1	6	23.7 ± 3.8	1 ± 0.1	3.9 ± 0.6
	18	76.8 ± 10.9	1.4 ± 0.2	4.3 ± 0.6
	54	144.7 ± 13.1	2.6 ± 0.2	2.7 ± 0.2
Безотносительно к плотности клеща				
Апрельский F1		116.3 ± 14.3	2.5 ± 0.2	5.2 ± 0.4
Вязниковский 37		68.4 ± 9.5	1.8 ± 0.2	2.9 ± 0.2
Гинга F1		151.5 ± 20.2	2.2 ± 0.2	6.6 ± 0.5
Изумрудный поток F1		81.7 ± 13.2	1.6 ± 0.2	3.6 ± 0.3
Безотносительно к генотипическим особенностям огурца				
Исходное кол-во клещей - 6		27.5 ± 2.3	1.2 ± 0.1	4.6 ± 0.4
Исходное кол-во клещей -18		110 ± 9.1	2.1 ± 0.1	6.1 ± 0.5
Исходное кол-во клещей -54		182.2 ± 12.6	2.9 ± 0.1	3.4 ± 0.2
Результаты 2-х факторного дисперсионного анализа:				
Влияние фактора генотипических свойств огурца (1), F		26.7***	20.4***	22.25***
Влияние фактора плотности клеща (2), F		137.8***	134.8***	20.05***
Совместное влияние факторов (1 x 2), F		4.4***	1.5	1.34

Примечание: * - $p \leq 0.1$; ** - $p \leq 0.05$; *** - $p \leq 0.01$.

Изумрудный поток отличаются от остальных образцов наличием в семядолях кукурбитацинов. Известно, что присутствие в листьях огурца кукурбитацинов – веществ вторичного обмена из класса тетрациклических тритерпеноидов может негативно влиять на рост численности популяции паутиного клеща [DePonti, 1978; Agrawal et al., 1999; Balkema-Boomstra et al., 2003]. У генотипов огурца, способных к образованию кукурбитацинов, содержание этих веществ в семядольных листьях может быть в 8–10 раз выше в сравнении с настоящими листьями [Agrawal et al., 1999].

Известно, что количество кукурбитацинов в растении зависит от генотипа огурца и может повышаться в неблагоприятных условиях – при интенсивной инсоляции, сильном понижении ночной температуры, при недостатке влаги [Демакова, 1980]. Показано, что вызванное недостатком влаги привядание семядольных листьев генотипа огурца, способного к образованию кукурбитацинов, приводит к повышению содержания этих веществ в 2 раза [Haynes, Jones, 1975]. На проростках разных сортов огурца, испытывающих водный стресс, выживаемость паутиного клеща снижалась только на генотипах, содержащих кукурбитацины [Gould, 1978]. Повреждение паутиным клещом семядольных листьев таких генотипов огурца может влиять на иммунологический статус растения. Так, повреждение фитофагом только семядольных листовых пластинок вызывало повышение концентрации кукурби-

тацинов непосредственно в семядолях на 30%, а в первом настоящем листе – на 50%. На растениях с поврежденными семядолями повышение содержания этих терпеноидов снижало численность паутиного клеща почти в 2 раза в сравнении с контролем. При этом повреждение клещом семядольных листьев генотипов огурца, не способных к синтезу этих веществ, не влияло на развитие вредителя [Agrawal et al., 1999]. Однако, имеются данные, показывающие, что через 5–10 поколений вредитель может адаптироваться к кукурбитацинам, что проявлялось в отсутствии различий в плодовитости самок на растениях, содержащих и не содержащих эти терпеноиды [Agrawal, 2000].

Согласно полученным данным, воспроизводство вредителя в дочернем его поколении на всех изучаемых нами генотипах огурца максимально при средней его исходной плотности на семядольных листьях (18 особей) и минимально – при наибольшей плотности (54 особи). Только на гибриде Изумрудный поток воспроизводство клеща при средней и минимальной его плотности статистически было одинаковым. По-видимому, в условиях проведения опыта в целом средняя исходная плотность клеща являлась оптимальной для развития вредителя. Зависимость воспроизводства фитофага от его плотности в эксперименте соответствует «принципу Олли», согласно которому, как низкая степень агрегации особей, так и высокая степень могут негативно влиять на численность популяции. Известно, что в процессе развития популяций образование

агрегаций особей может быть обусловлено различными причинами. Степень агрегации, при которой наблюдается оптимальный рост и выживание популяции, зависит от вида организма и условий среды [Одум, 1975].

Для паутинного клеща характерны колониальный образ жизни, агрегированность в пространственном размещении его особей на растениях и периодическое перенаселение в микропопуляциях. В нашем эксперименте популяции клеща, как и системы «растение – фитофаг», находились в начальной стадии их становления, а различная степень агрегации начальных особей вредителя создана искусственно. Сопоставление данных по интен-

сивности роста семядольных листьев в условиях различной плотности паутинного клеща и по воспроизводству фитофага в дочернем его поколении в вариантах по всем образцам огурца показывает, что между этими показателями имеется положительная корреляционная связь. Коэффициент линейной корреляции указанных показателей, взятых на каждом образце в процентах относительно варианта с минимальной плотностью вредителя (столбцы 1 и 2 – в табл. 4), составляет 0.72 ($p = 0.01$). Регрессия нелинейная, коэффициент криволинейной корреляции равен 0.83 ($p = 0.001$).

Таблица 4. Влияние плотности паутинного клеща на семядольных листьях на их рост и воспроизводство фитофага в дочернем его поколении на различных образцах огурца

Образец	Исходное кол-во клещей на растении, экз.	Прирост семядольного листа в длину за 1–3 сутки опыта		Кол-во дочерних самок, приходящееся на 1 исходную самку, экз. (воспроизводство)	
		мм	(1) Относительно варианта с минимальной плотностью клеща, %	экз.	(2) Относительно варианта с минимальной плотностью клеща, %
Апрельский F1	6	5.3	100	5.2	100
	18	4.9	92.5	6.8	130.8
	54	2.7	50.9	3.6	69.2
Вязниковский 37	6	4	100	2.7	100
	18	4.4	110	3.9	144.4
	54	1.9	47.5	2.2	81.5
Гинга F1	6	5.3	100	6.2	100
	18	6.6	124.5	8.9	143.5
	54	4.4	83	4.7	75.8
Изумрудный поток F1	6	8.8	100	3.9	100
	18	8.7	98.9	4.3	110.3
	54	7.5	85.2	2.7	69.2

В таблице 5 приведены корреляции показателей воспроизводства фитофага с показателями исходной численности самок клеща на растениях и прироста семядольных листьев в длину за 1–3 сутки опыта на гибриде Апрельский. Показано, что коэффициенты частной корреляции ниже коэффициентов парной корреляции. При этом частное влияние интенсивности роста семядольных листьев заметно снижает корреляцию воспроизводства вредителя

с его начальной численностью на семядолях. Напротив, частное влияние исходной численности фитофага снижает корреляцию воспроизводства клеща с показателями роста семядольных листьев менее существенно. Это дает основание предположить, что особенности роста семядольных листьев, реакции их тканей в ответ на повреждение клещом могут влиять на количество отложенных яиц, составляющих основу будущей численности фитофага.

Таблица 5. Парные корреляции показателей воспроизводства паутинного клеща в дочернем поколении с численностью исходных самок фитофага на семядольных листьях и с показателями прироста длины семядольного листа за 1–3 сутки опыта (гибрид Апрельский)

Показатели	Коэффициенты парной корреляции		Коэффициенты частной корреляции	
	Численность самок на семядольных листьях, экз.	Прирост семядольного листа в длину за 1–3 сут., мм	12(3)	13(2)
	2	3		
Корреляция показателей 2 и 3 – $r = -0.5^{***}$				
Воспроизводство паутинного клеща	-0.47**	0.66***	-0.22*	0.56***

Примечание: * – $p \leq 0.1$; ** – $p \leq 0.05$; *** – $p \leq 0.01$.

Согласно результатам исследований показатель воспроизводства фитофага во всех вариантах плотности клеща выше на генотипах огурца, не содержащих кукурбитацины. Влияние этих веществ на развитие вредителя очевидно. Однако, воздействие кукурбитацинов на воспроизводство клеща в зависимости от его плотности не выявляется. Так, на сорте Вязниковский 37 показатели воспроизводства паутинного клеща по 3 вариантам исходной его плотности в сравнении с гибридом Гинга состав-

ляли 43.5, 43.8 и 46.8% соответственно.

Таким образом, изучение взаимоотношений в системе «огурец – паутинный клещ» в ювенильный период онтогенеза растений показало, что взаимодействия в консорции определяются генотипом автотрофа, в частности, могут быть обусловлены его реакциями в ответ на повреждение фитофагом. Установлено, что изменения в темпах роста семядольных листьев вследствие питания вредителя при различной его плотности зависят от генотипических

свойств огурца и способны влиять на дальнейшую численность фитофага. Выявленная положительная корреляционная связь между показателями интенсивности роста

семядольных листьев и воспроизводства паутинного клеща предполагает зависимость плодовитости самок вредителя от особенностей органогенеза семядолей.

Библиографический список (Reference)

- Белик В.Ф. Биологические основы культуры тыквенных (огурец, арбуз, дыня, тыква): автореф. дис. ... докт. биол. наук / Белик Владимир Филиппович. Л.: 1967. 66 с.
- Белик В.Ф. Физиология овощных и бахчевых культур. / В кн. Физиология сельскохозяйственных растений в 12 томах, под. ред. Рубина Б.А. М.: изд. Московского ун-та. 1970. т.8. С. 208–330.
- Болотских А.С. Промышленное производство огурцов / А.С. Болотских, Е.Г. Даус // М.: Колос. 1983. 205 с.
- Вилкова Н. А. Физиолого-биохимические основы иммунитета растений к вредителям / Н. А. Вилкова // Иммунитет сельскохозяйственных растений к вредителям. М.: Колос. 1975. С. 21–31.
- Демакова Т. В. Изучение кукурбитацинов и селекция огурца на отсутствие горечи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Демакова Татьяна Владимировна. М. 1980. 20 с.
- Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко // Кишинев. Штиинца. 1988. 767 с.
- Куперман Ф. М. Морфобиология растений / Ф. М. Куперман // М.: Высшая школа. 1973. 255 с.
- Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. // М.: Мир. 1975. 740 с.
- Павлюшин В.А. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Неведова, С.Р. Фасулати // СПб.: НППЛ «Родные просторы». 2013. 184 с.
- Раздобурдин В.А. Особенности пищевой специализации паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch: Морфо-анатомическое строение листьев различных по устойчивости к фитофагу сортов огурца / В.А. Раздобурдин, Г.Е. Сергеев // Вестник защиты растений. 2016. N. 1 (87). С. 14–22.
- Рубин Б. А. Биохимия и физиология иммунитета растений / Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская, В. А. Аксенова // М.: Высшая школа. 1975. 320 с.
- Слепян Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений / Э.И. Слепян // Л.: Наука. 1973. 512 с.
- Способ оценки устойчивости растений к паутинному клещу: пат. 2137355 Рос. Федерация / Н.В. Буринская, Н.А. Вилкова, В.А. Раздобурдин; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. № 98114315/13; заявл. 27.07.1998; опубл. 20.09.1999, Бюл. N 26. 3 с.
- Agrawal A. A. Polymorphism in plant defense against herbivore: Constitutive and induced resistance in *Cucumis sativus*. / A.A. Agrawal, P.M. Gorsky, D.W. Tallamy // J. Chem. Ecol. 1999. Vol. 25. P. 2285–2304.
- Agrawal A.A. Host range evolution: Adaptation of mites and trade-offs in fitness on alternate hosts / A.A. Agrawal // Ecology. 2000. Vol. 81. P. 500–508.
- Balkema-Boomstra A.G. Role of cucurbitacin C in resistance to spider mite (*Tetranychus urticae*) in cucumber (*Cucumis sativus* L.) / A. G. Balkema-Boomstra, S. Zijlstra, F.W.A. Verstappen., H. Inggamer, P.E. Mercke, M.A. Jongsma, H.J. Bouwmeester // J. Chem. Ecol. 2003. Vol. 29. P. 225–234.
- De Ponti O. M. B. Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch. The genuineness of the resistance / O.M.B. Ponti // Euphytica. 1978. Vol. 27. P. 435–439.
- Gould F. Resistance of cucumber to *Tetranychus urticae*: Genetic and environmental determinants. J. Econ. Ent. 1978. Vol. 71. P. 680–683.
- Haynes, R.L., and C.M. Jones. Wilting and damage to cucumber by spotted and striped cucumber beetles / R.L. Haynes, C.M. Jones. // HortSci. 1975. Vol. 10. P. 256–266.
- Karban R. Resistance against spider mites in cotton induced by mechanical abrasion / R. Karban // Ent. Exp. et appl. 1985. Vol. 37. Issue 2. P. 137–141.
- Karban R. Resistance to beet armyworms (*Spodoptera exigua*) induced by exposure to spider mites (*Tetranychus turkestanii*) in cotton / R. Karban // The American Midland Naturalist. 1988. Vol. 119. Issue 1. P. 77–82.
- Karban R. Induced resistance of cotton seedlings to mites / R. Karban, J. R. Carey // Science. 1984. Vol. 225 P. 53–54.
- Karban R. Plant phase change and resistance to herbivory. / R. Karban, J.S. Thaler // Ecology. 1999. Vol. 80. P. 510–517.
- Karban R. Induced resistance and interspecific competition between spider mites and vascular wilt fungus in cotton plants / R. Karban, R. Adamchak, W.C. Schnathorst // Science. 1987. Vol. 235. P. 678–680.

Translation of Russian References

- Burinskaya N.B., Vilkova N.A., Razdoburdin V.A. A method of evaluating the resistance of plants to spider mite: Pat. 2137355 Rus. Federation.; All-Russian research Institute of Plant Protection. No. 98114315/13; Appl. 27.07.1998; publ. 20.09.1999, bull. No. 26. 3 p. (In Russian).
- Belik V.F. Biological basis of *Cucurbita* growing (cucumber, watermelon, melon, pumpkin). Abstract of DSc Thesis in Biology. Leningrad: 1967. 66 p. (In Russian).
- Belik V.F. Physiology of vegetable and melon. In: Physiology of agricultural plants in 12 volumes (ed. Rubin B.A.). Moscow: Moscow University. 1970. V. 8. P. 208–330. (In Russian).
- Bolotskikh A.S., Dause E.G. Industrial production of cucumbers. Moscow: Kolos. 1983. 205 p. (In Russian).
- Demakova T.V. The study of cucurbitacins and breeding cucumber on the lack of bitterness. Abstract of PhD Thesis in Agriculture. Moscow. 1980. 20 p. (In Russian).
- Kuperman F.M. Morphophysiology of plants. Moscow: Vysshaya shkola. 1973. 255 p. (In Russian).
- Odum E.P. Fundamentals of ecology. Moscow: Mir. 1975. 740 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., Fasulati S.R. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St. Petersburg: Rodnye prostory. 2013. 184 p. (In Russian).
- Razdoburdin V.A., Sergeev G.E. Peculiarities of food specialization of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch: Morphoanatomical structure of leaves of cucumber grade samples differing by resistance to the phytophage. Vestnik zashchity rastenii. 2016. N 1(87). P. 14–22. (In Russian).
- Rubin B.A., Artsikhovskaya E.V., Aksenova V.A. Biochemistry and physiology of plant immunity. Moscow: Vysshaya shkola. 1975. 320 p. (In Russian).
- Slepyan E.I. Pathological neoplasms and their activators in plants. Leningrad: Nauka. 1973. 512 p. (In Russian).
- Vilkova N.A. Physiological and biochemical basis of plant immunity to pests. In: Immunity of agricultural plants to pests. Moscow: Kolos. 1975. P. 21–31. (In Russian).
- Zhuchenko A.A. Adaptive potential of cultivated plants. Kishinev. Shtiinsa. 1988. 767 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 15–22

RESPONSES OF CUCUMBER TO COTYLEDONOUS LEAF DAMAGE BY SPIDER MITE *TETRANYCHUS URTICAE*

V.A.Razdoburdin, O.S.Kirillova

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The study of «plant – phytophage» interactions is necessary to understand the mechanisms of sustainable functioning of agroecosystems. The influence of the spider mite at three densities (6, 18 and 54 individuals per plant) on the growth of seed leaves was studied at the greenhouse conditions for four genotypes of cucumber. It is established that changes in the size and growth of cotyledons depends on the genotypic properties of plants and density of the herbivore. Initial numbers 18 individuals per plant led in the future to a maximum pest reproduction in the experiment. There was a positive correlation between dates of intensity of cotyledon growth and reproduction of spider mites. It involves the dependence of the pest female fecundity on

characteristics of cotyledon organogenesis. It is shown that the presence of cucurbitacins in the cotyledons has a certain role in the pest development; the negative impact of these secondary metabolism substances on the number of spider mites did not depend on the phytophage density in the experiment.

Keywords: cucumber; genotype; cotyledon growth; population density; reproduction; phytophage.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Раздобурдин Виктор Алексеевич. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: vrazdoburdin@mail.ru
Кириллова Ольга Сергеевна. Младший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: ol-yurchenko@yandex.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Razdoburdin Victor Alekseevich. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: vrazdoburdin@mail.ru
Kirillova Olga Sergeevna. Junior Researcher, PhD in Biology, e-mail: ol-yurchenko@yandex.ru

* Responsible for correspondence

УДК:632.8:575.21

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ПШЕНИЦЫ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКОЙ

А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Основной целью проведенных исследований было изучение скрытой вредоносности вредной черепашки, проявляющейся при повреждении семян клопами, и установление причинно-следственных связей ухудшения их жизнеспособности. Обобщены результаты изучения вредоносности вредной черепашки в онтогенезе пшеницы. Составлена классификация жизнеспособности семян в разные возрастные периоды развития проростков в связи с их поврежденностью вредной черепашкой. Описаны изменения в проявлении реактивности семян на воздействие вредной черепашки в ходе их прорастания. Показано, что физиологически активные соединения клопов, в том числе гидролазы, введенные в зерновки при питании, приводят к нарушению метаболических, эмбриологических, морфо- и цитофизиологических, ростовых и органообразовательных процессов. Такие нарушения морфофизиологического состояния проростков вызывают значительное замедление роста и аномальное развитие зародышевых органов (зародышевой корневой системы и зародышевого побега), что в дальнейшем приводит к изменению посевных качеств семян, неполноценное развитие растений в полевых условиях и их продуктивности.

Ключевые слова: пшеница, сорта, вредная черепашка, поврежденность семян, ход прорастания семян, возрастные периоды, рост и развитие проростков.

Качество зерна – важнейшая составляющая его потребительской стоимости, конкурентоспособности и агроэкологической производительности. Это связано с тем, что высококачественные семена являются одним из важнейших факторов формирования высокопродуктивных посевов сельскохозяйственных культур и получения прироста урожая. Только при посеве кондиционными семенами могут быть реализованы потенциальные возможности сортов, так как семена служат носителями биологических и хозяйственных свойств будущего урожая. Именно поэтому вопрос о получении качественного зерна пшеницы приобретает особую значимость.

Известно, что важнейшим фактором снижения качества зерна является ухудшение фитосанитарного состояния посевов в связи с учащением массовых размножений вредителей, фитопатогенов и сорных растений, что препятствует реализации продуктивности зерновых культур. Потери урожая от вредных организмов на территории России в среднем составляют от 71.3 до 100 млн. т. зерна, из них на долю потерь от возбудителей заболеваний при-

ходит 45.1%, сорных растений – 31.4% и вредителей – 23.5% [Мельников, Новожилов, Белан, 1995]. Несмотря на возрастающие масштабы применения защитных мероприятий, хлебные клопы ежегодно заселяют 20–26% от всех посевных площадей мягкой пшеницы.

В основных зерносеющих регионах России значительный урон урожаю и качеству зерна пшеницы наносит вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Это экологически и экономически опасный вредитель, имеющий существенное значение в снижении не только количества урожая, но и в ухудшении товарных, технологических, хлебопекарных и других свойств поврежденного им зерна.

У вредной черепашки пищеварительные процессы происходят не только в полости кишечника, но и частично осуществляются внекишечно непосредственно в зоне прокола растительных тканей с помощью выделяемых слонными железами физиологически активных ферментов. Высокая вредоносность клопа-черепашки, выражающаяся в ухудшении качества зерна, в основном определяется воздействием гидролаз клопов на основные биополимеры

растений (углеводы, белки, липиды). Изучению этих вопросов посвящено много работ [Вилкова, 1980; Арешников, Старостин, 1982; Шапиро, 1985; Конарев и др., 2013; Павлюшин и др., 2015]. Но освещение вредной деятельности клопов, касающихся влияния повреждений семян на их жизнеспособность в онтогенезе кормовых растений, остаются недостаточно исследованными. В связи с этим основной целью проведенных исследований было изучение скрытой вредоносности клопов, проявляющейся при повреждении семян клопами, и в установлении причинно-следственных связей в ухудшении их жизнеспособности и посевных качеств.

Жизнеспособность семян – это способность формировать нормальные проростки не только в благоприятных условиях, но и под воздействием различных экстремальных факторов окружающей среды, в том числе и вредных организмов. В понятие жизнеспособности следует вклю-

чать не только посевные качества семян, но и особенности прохождения ими периода раннего эмбриогенеза, цитологические и метаболические изменения в период созревания и прорастания зерновок [Roberts, 1972]. В связи с этим был проведен цикл комплексных исследований важнейших функций, обеспечивающих жизнеспособность семян и проростков в онтогенезе пшеницы. Исследования включали, помимо использования традиционных методов определения посевных качеств семян, оценку оплодотворяющей способности пыльцы растений, выросших из поврежденных клопами зерновок в эмбриональный период их развития на материнском растении, особенности прохождения клеточного цикла в меристеме зародыша, особенности потребления мобильных форм запасных биополимеров эндосперма при прорастании семян, особенности роста и развития проростков в ювенильный период.

Материалы и методы

Объектом исследования служили сорта озимой и яровой пшеницы, имеющие регистрацию в Государственном реестре селекционных достижений по Южному, Северо-Кавказскому, Приволжскому, Центрально-Черноземному и Сибирскому федеральным округам РФ.

Для проведения сравнительного анализа нарушений, возникающих в процессе роста и развития растений, в качестве контроля использовали фракции зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашкой, в качестве вариантов опыта использовали общие пробы, включающие зерновки с поврежденностью от 1 до 4 баллов.

Исследования проводились на основе универсальных методов морфофизиологического анализа растений [Куперман, 1963], методов световой, стереоскопической и инфракрасной микроскопии, компьютерного сканирования [Вилкова, Нефедова и др., 2006, Патент № 2278502], методов гистохимии, цитологии и гистологии, в том числе с помощью универсального аналитического метода анализа хромосомных aberrаций [Батыгина, 1974; Фурст, 1979; Паушева, 1988; Прохорова и др., 2003; Rank, 2003]. Оценка жизнеспособности посевных качеств зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой, была проведена в соответствии с ГОСТами (12038-84, 12039-66, 12040-66, Р 52325-2005) и Международными стандартами (ISTA). Для установления предикторов прорастания зерновок использовали метод П. Веллингтона [1973] и метод, разработанный в лаборатории семеноведения ВИР [Лихачев, 1990]. Для описания особенностей прохождения митотического цикла и характера проявления реактивности зародышевых тканей зерновок на повреждения клопами, использовали цитологические и эмбриологические методы, предложенные И.А. Аловым [1972], Н.Н. Ильинских, В.В. Новицкий, Н.Н. Ванчукова и И.Н. Ильинских [2003]; О.С. Машкиной, В.Н. Калаев, Е.С. Мурая и Е.С. Леликова

[2009], Т.Б. Батыгиной, Н.Н. Круглова, В.Ю. Горбунова, Г.Е. Титова и О.А. Сельдиминова [2015]. Продолжительность и сопряженность периодов митотического цикла в меристеме зародыша разных сортов пшеницы определяли в соответствии с общепринятым цитогенетическим показателем – относительной частотой распределения клеток, находящихся в интерфазе (И) и клеток, находящихся на разных фазах митоза (М). Перечисленные методы позволяют оценивать морфофункциональное состояние и характер проявления реактивности различных тканей здоровых и поврежденных зерновок.

Для определения влияния повреждений вредной черепашкой на полевую всхожесть семян, рост и развитие растений в полевых условиях закладывались специальные модельные опыты на опытном поле ВИР. Повторность опыта двукратная. Для определения этапов органогенеза производили отбор 5–10 растений в каждой повторности. Для анализа основных элементов продуктивности (высота растений, общая и продуктивная кустистость, длина колоса, число колосков в колосе, число зерновок в колосе, масса зерна с 1 колоса, масса 1000 зерен) отбирали по 25 растений в каждой повторности [Доспехов, 1985].

Оплодотворяющую способность пыльцы растений, выросших из поврежденных клопами зерновок пшеницы, определяли при помощи ее окрашивания ядерным красителем – ацетокармином. Процентное соотношение фертильных и стерильных пыльцевых зерен подсчитывали в 3–5 полях зрения микроскопа [Паушева, 1988; Батыгина, 1987; Барыкина и др., 2004].

Сравнительный статистический анализ результатов исследований был проведен на основе общепринятых методов с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Excel 2010, достоверность исследуемых параметров определяли при уровне их значимости $p < 0.05$.

Результаты исследований

Семя – сложный организм, у которого все части взаимосвязаны между собой, хотя они различны по объему и функциям. В семени закодирован весь объем наследственной информации и запрограммированы общие закономерности онтогенеза организма. Для осуществления функции размножения в семенах формируются значительные фонды запасных метаболитов, служащие единственным источником энергетических и пластических веществ в период их прорастания, роста и развития проростков. Исследуя процессы гаметогенеза и оплодотворения, А.А. Прокофьев [1968] показал, что формирование структур за-

родыша и эндосперма состоит из ряда последовательных этапов образования и отложения запасных биополимеров в соответствующих частях семени, в том числе и в генеративных органах. Стабильное получение жизнеспособных семян во многом зависит от качества зрелой пыльцы. Формирование фертильной пыльцы является важнейшим фактором, обеспечивающим нормальное оплодотворение и дальнейшее развитие завязавшихся семян.

В результате изучения особенностей микро- и спорогаметогенеза в пыльниках растений пшеницы, выросших из зерновок в разной степени поврежденных вредной чере-

пашкой, были выявлены нарушения в оплодотворяющей способности пыльцы – увеличение доли нежизнеспособных или стерильных пыльцевых зерен от 18.4 до 44.5%

по сравнению с контролем, где этот показатель составляет 13.8% (табл. 1).

Таблица 1. Оплодотворяющая способность пыльцы растений пшеницы, выросших из зерновок поврежденных вредной черепашкой ($p < 0.05$)

Вариант	Анализировано пыльцевых зерен, шт.	Стерильность пыльцы, %	Фертильность пыльцы, %	Средний размер пыльцевых зерен, мкм
Контроль	291	13.8	86.2	51.8±1
Общая проба	273	23.1	76.9	49.3±0.85
1–2 балл повреждения	236	32.2	60.8	41.7±0.69
3–4 балл повреждения	319	58.3	41.7	43.1±0.69

При этом у нежизнеспособных (частично или полностью стерильных) пыльцевых зерен отмечалась деформация содержимого вегетативного ядра и отхождение зернистой цитоплазмы от оболочек пыльцевого зерна. Большая часть нежизнеспособных пыльцевых зерен имела деградирующие микроспоры с недоразвитыми вегетативным и генеративным ядрами, при этом наблюдалась фрагментация спермиев и деформация вегетативного ядра. Известно, что комплекс факторов экзогенной и эндогенной природы влияет не только на качество (оплодотворяющую способность) пыльцевых зерен, но и на различные генетически детерминированные морфологические характеристики пыльцы, такие как поверхность пыльцевого зерна, диаметр, размер и характер формирования генеративного ядра [Голубинский, 1974; Бессонова, 1997; Звягина, 2014].

Сравнение размерных генетически детерминированных параметров пыльцевых зерен показало статистические различия между контролем и вариантами с различной степенью поврежденности зерна вредной черепашкой (рис. 1). Так, в контроле средний размер пыльцевых зерен составил 52.8 мкм, что на 10.1 мкм выше по сравнению с вариантом поврежденности зерновок по 1–2 баллам; на 14.6 мкм в варианте с их поврежденностью по 3–4 баллам. Статистически значимые различия между средними размерами пыльцевых зерен в контроле и общей пробе отсутствовали ($p = 0.06$).

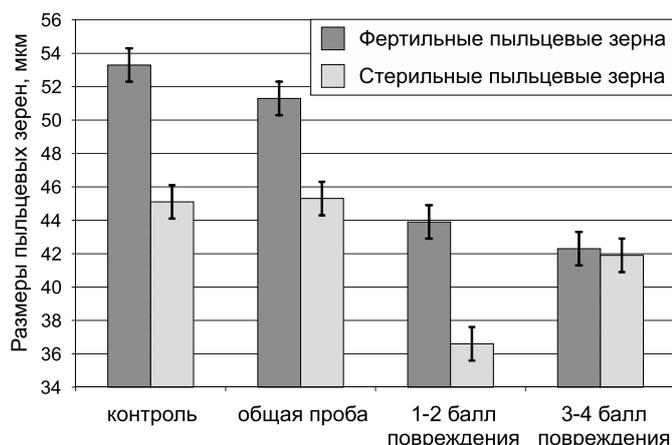


Рисунок 1. Размерные характеристики пыльцевых зерен при различной степени поврежденности зерна вредной черепашкой ($p < 0.05$)

Наступающие после успешного оплодотворения процессы формирования, созревания семян и характер их прорастания, рост и развитие проростков связаны со сложным комплексом протекающих в организме особенностей физиолого-биохимических преобразований.

Процессы распада запасных биополимеров, синтез жизненно необходимых соединений и их рациональное использование для полноценного формирования проростков могут изменяться при воздействии различных стресс факторов, в том числе и выделений (экструзий) слюнных желез вредной черепашки в ткани зерновки при питании, что может служить пусковым механизмом в тканевых преобразованиях при их прорастании [Rank, 2003; Batygina, 2004].

Для изучения и выявления реактивности тканей зародыша пшеницы на воздействие экструзий вредной черепашки при прорастании зерновок был проведен сравнительный анализ цитологических и морфофизиологических изменений в меристеме зародышевых корней. При этом в качестве критерия cito- и морфометрических изменений был использован показатель соотношения доли клеток, находящихся в интерфазе и на разных фазах митоза. Проведенный анализ позволил разделить исследуемые сорта пшеницы на три группы: 1 группа – сорта, характеризующиеся относительно короткой интерфазой (Юка, Краснодарская 38, Гром) с показателем соотношения периодов интерфазы и митоза (И:М) = 1.07–1.5; 2 группа – сорта со средней интерфазой (Августа, Сила, Коллега) с показателем И:М = 2.3–2.5; 3 группа – сорта с относительно длинной интерфазой (Саратовская 55, Джангаль) и показателем И:М = 6.2–7.5.

В результате изучения скрытой вредоносности вредной черепашки на клеточном уровне было установлено, что экструзии клопов, введенные в зерновку при питании, приводят к нарушению сопряженности периодов интерфазы (И) и митоза (М), торможению активности деления клеток в меристеме зародыша. Анализ частоты встречаемости клеток, находящихся на разных фазах митоза, у первой группы сортов показал, что при повреждении зерновок клопами по 1–2 баллу наблюдается снижение доли клеток в профазе от 3.8 до 10.7% и увеличение доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе до 13.9% по отношению к контролю. У сортов второй группы, характеризующихся средней интерфазой, отмечается снижение доли клеток, находящихся в интерфазе от 2.1% до 9.4%. При этом наблюдается увеличение индекса профазы (Pi) от 2.6 до 8.8%, снижение метафазного индекса (Mi) на 0.2–2.2%, и ана-телофазного индекса (A-Ti) от 1.8 до 5.8% по отношению к контролю. У сортов третьей группы прослеживается увеличение доли клеток, находящихся в профазе, на 4.6–16.9%, снижение доли клеток в метафазе от 1.5 до 5.1%. При повреждении зерновок по 1–2 баллам происходит возрастание ана-телофазного индекса от 0.5 до 4.4%, а при повреждении зерновок по 3–4 баллам от 6.0 до 6.9%,

по сравнению с контролем сортов [Капусткина, Нефедова, 2014].

Наряду с этим, нами было выявлено, что во всех опытных вариантах с разной степенью поврежденности зерновок вредителем также отмечается возрастание частоты встречаемости патологических отклонений, связанных с дезорганизацией структур клеточного аппарата. В частности, у ряда исследуемых сортов в клеточной популяции меристемы зародыша зерновок поврежденных клопами наблюдалась фрагментация хромосом, приводящая к образованию микроядер. Образование мостов в анафазе, наблюдаемое у сортов Джангаль и Августа, при повреждении зерновок по 3–4 баллам приводит к разнородности клеток, а также нарушает течение завершающих фаз деления и задерживает цитокинез. Незавершенные митозы, характеризующиеся увеличением доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе, приводят к запаздыванию или к прекращению цитокинеза и возникновению двуядерных и многоядерных клеток за счет объединения не разошедшихся наборов хромосом. Накопление клеток в анафазе и телофазе, запаздывание или отсутствие цитокинеза отмечено у большей части исследуемых сортов [Капусткина, Нефедова, 2014].

Нарушение нормального течения митоза, в частности увеличение или уменьшение доли клеток, находящихся в анафазе и телофазе, и появление нарушений в структуре клеточного аппарата может приводить к возникновению различного типа патологических изменений в развитии зародышевых корней и зародышевого побега. На основе расчета критерия корреляции Пирсона была установлена сильная линейная связь ($r_x=0.84-0.99$) между величиной ана-телофазного индекса и количеством патологически развитых проростков (рис. 2).

В результате проведенных исследований были установлены также значительные изменения в расходовании крахмального комплекса эндосперма зерновок, поврежденных вредной черепашкой, в период гетеротрофного и мезотрофного питания проростков, что в дальнейшем приводит к нарушению рационального потребления мобильных форм запасных биополимеров, обеспечиваю-

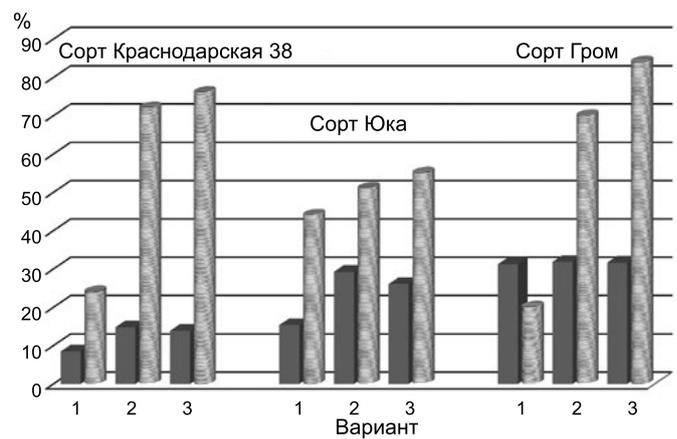


Рисунок 2. Соотношение ана-телофазного индекса и количества аномально развитых проростков у разных сортов пшеницы: Вариант 1 – контроль, вариант 2 – 1–2 балл повреждения; вариант 3 – 3–4 балл повреждения

щих рост осевой части проростков и их нормальное развитие. Это связано с тем, что у зерновок, поврежденных вредной черепашкой в различной степени, уже в начале набухания в зоне эндосперма, прилегающей к зародышу, заметно увеличивается гидролиз и потребление не только мелкой фракции, но и промежуточной и крупной фракций крахмала. Завершающий период прорастания поврежденных зерновок характеризуется полным использованием запасных биополимеров, поступающих из эндосперма в зону их потребления, что сказывается на их посевных качествах [Капусткина, 2010, 2011; Капусткина, Нефедова, 2013; Павлюшин и др., 2015]. Полученные данные свидетельствуют, что снижение посевных качеств поврежденных зерновок определяется сортом пшеницы и зависит от характера и степени их поврежденности клопами. Энергия прорастания неповрежденных зерновок в среднем по анализируемым сортам озимой и яровой пшеницы составила 98.2%, лабораторная всхожесть – 93.2%, сила роста 4–5 балла (табл. 2, 3). Зерновки, поврежденные клопами в различной степени, характеризуются снижением энергии прорастания на 8–58%, по сравнению с неповрежденными

Таблица 2. Посевные качества зерна разных сортов озимой пшеницы при повреждении вредной черепашкой

Сорт	Типы повреждений зерновок	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста, средний балл
		%	% к контролю	%	% к контролю	
Августа	контроль	93	-	95	-	5
	1–2 балл повреждения	62	31	68	27	3
	3–4 балл повреждения	84	9	88	7	3
Гром	контроль	100	-	88	-	4
	1–2 балл повреждения	92	8	76	12	4
	3–4 балл повреждения	42	58	34	54	2
Коллега	контроль	98	-	98	-	4
	1–2 балл повреждения	96	2	94	4	2
	3–4 балл повреждения	94	4	84	14	3
Краснодарская 38	контроль	100	-	100	-	5
	1–2 балл повреждения	72	24	64	36	3
	3–4 балл повреждения	56	44	40	60	2
Юка	контроль	98	-	98	-	5
	1–2 балл повреждения	99	-1	97	1	4
	3–4 балл повреждения	98	0	94	4	4
Сила	контроль	100	-	80	-	4
	1–2 балл повреждения	98	2	86	-6	4
	3–4 балл повреждения	96	4	72	8	3

Таблица 3. Посевные качества зерна различных сортов яровой пшеницы при повреждении вредной черепашкой

Сорт	Типы повреждений зерновок	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Сила роста, средний балл
		%	% к контролю	%	% к контролю	
Алтайская 325	контроль	100	-	94	-	4
	1–2 балл повреждения	78	20	64	30	4
Алтайская жница	контроль	98	-	98	-	4
	1–2 балл повреждения	76	22	62	36	2
	3–4 балл повреждения	98	0	88	10	3

ми зерновками. Лабораторная всхожесть зерновок, поврежденных по 1–2 баллам, в среднем составляла 80.8%, что на 12.4% ниже контроля, а при повреждении по 3–4 баллам, соответственно, на 68.7% и на 24.5%. Сила роста проростков, выросших из поврежденных зерновок, независимо от степени поврежденности снижалась на 1–2 балла по сравнению с контролем.

Детальный анализ структур проростков показал, что при повреждении зерновок пшеницы вредной черепашкой в результате нарушения механизмов, обеспечивающих зародыш запасом питательных веществ, необходимых для прорастания семени и развития автотрофного растения, возникают различного типа аномалии в развитии зародышевых корней, зародышевого побега и комбинированное аномальное развитие корневой системы и зародышевого побега [Капусткина, 2009, 2010, 2011].

Проведенные нами полевые исследования показали, что в фазу всходов в контроле отмечалось прорастание 90–93% зерновок, а в вариантах опыта – 74.5–85.5%. При этом выявлено снижение силы роста проростков на 0.2–0.9 балла, количества сформировавшихся зародышевых корней от 4.2% до 13.4%, уменьшение длины coleoptиле от 9.8% до 25.6%, длины зародышевого побега на 13.3–23.7% по сравнению с контролем.

К моменту полного кущения и начала выхода растений в трубку биологическая масса листового аппарата растений, выросших из поврежденных клопами зерновок, снизилась на 14.1–20.6%, масса узловых корней на 31.8% по сравнению с аналогичными показателями у контрольных растений (рис. 3). Известно, что проростки, формирующие короткое coleoptиле и слабо развитые зародышевые листья, в полевых условиях оказываются нежизнеспособными и часто погибают, особенно при несоблюдении соответствующих профилактических и агротехнических приемов возделывания пшеницы.

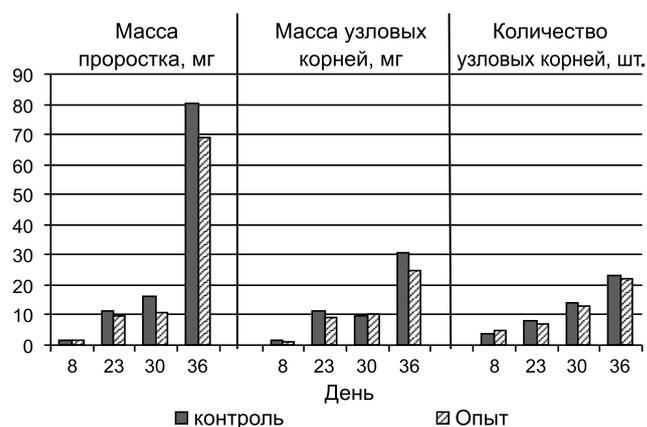


Рисунок 3. Морфофизиологическая характеристика растений яровой пшеницы сорта Саратовская 55 в период всходы–начало колошения при повреждении зерновок вредной черепашкой: Контроль – пробы, не содержащие зерновок, поврежденных вредной черепашкой; Опыт – пробы, содержащие зерновки, поврежденных вредной черепашкой (1–4 балл)

К периоду наступления полной спелости пшеницы количество растений, выросших из поврежденных зерновок и сохранившихся к уборке урожая, сократилось на 31.5%, количество продуктивных стеблей на 18.6% масса зерна на 42.7% по отношению к показателям у растений, выросших из зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашкой [Капусткина, 2011; Павлюшин и др., 2015].

Классификация жизнеспособности семян в связи с проявлением скрытой вредоносности вредной черепашки, описание ответной реактивности поврежденных тканей репродуктивных и вегетативных органов пшеницы материнского растения и на начальных этапах онтогенеза растений следующего поколения, охватывающая эмбриональный период, период прорастания семян и ювенильный возрастные периоды, представлена в таблице 4.

Таблица 4. Классификация изменений жизнеспособности семян при их повреждении вредной черепашкой в разные возрастные периоды онтогенеза пшеницы

Возрастные периоды	Жизнеспособность семян и их ответные реакции при повреждении клопами
Эмбриональный (9–12 этапы органогенеза)	Нарушения процессов гаметогенеза и оплодотворения, в том числе формирования полноценной оплодотворяющей способности пыльцы в пыльниках материнского растения
Формирование зародышевых органов проростков (1–2 этапы органогенеза)	Количественные и качественные изменения метаболизма запасующих тканей при прорастании зерновок и их рациональное использование для полноценного формирования проростков; Морфофизиологические и цитоморфометрические изменения сопряженности периодов митотического цикла в клетках апикальной меристемы зародыша. Дезорганизация структур клеточного аппарата; Патологические отклонения в дифференциации и специализации клеток меристемы зародыша в качественно новые ткани будущего проростка;
Ювенильный (образованием вегетативных органов проростков, 3–4 этапы органогенеза)	Аномальное развитие зародышевой корневой системы и зародышевого побега проростков. Изменение стандартных показателей посевных качеств семян. Снижение полевой всхожести семян.

Заключение

В результате изучения скрытой вредоносности вредной черепашки в онтогенезе пшеницы было установлено, что гидролазы клопов, введенные в зерновки при питании, приводят к нарушению процессов, вызывающих и сопровождающих ход их прорастания, роста и развития растений. Изменения, происходящие в эмбриональный возрастной период, заключаются в увеличении доли нежизнеспособных или стерильных пыльцевых зерен в пыльниках от 18.4 до 44.5% растений, выросших из зерновок, поврежденных клопами. При набухании семян и в начале их прорастания наблюдаются нарушения сопряженности периодов митотического цикла, дезорганизация структур клеточного аппарата, патологические отклонения в дифференциации и специализации клеток меристемы зародыша в качественно новые ткани будущего проростка.

Комплексное изучение особенностей процесса прорастания и морфогенеза пшеницы при повреждении вредной черепашкой зерна позволило установить, что описанные выше нарушения, сопровождающие интенсивность

метаболических, ростовых и органообразовательных процессов, в дальнейшем определяют изменение посевных качеств семян, приводят к значительному замедлению темпов роста и аномального развития зародышевых органов проростков (зародышевой корневой системы и зародышевого побега), к неполноценному развитию растений в полевых условиях и снижению их продуктивности. Показано, что изменения элементов продуктивности под воздействием повреждений вредной черепашки в значительной степени связаны с нарушением коррелятивных связей между ростом и развитием вегетативных органов и сложных процессов дифференциации репродуктивных органов, а также с уровнем содержания и свойствами основных биополимеров растений, особенно углеводов, которые в значительной степени определяют особенности протекания метаболических процессов и морфофункциональных изменений в морфогенезе пшеницы, главным образом, в процессе эвокации цветения и формирования зерновок.

Библиографический список (References)

- Арешников Б.А., Старостин С.П. Вредная черепашка и меры борьбы с ней / Б.А. Арешников, С.П. Старостин // М.: Колос. 1982. 288 с.
- Бессонова В.П. Влияние загрязнения среды на мужскую фертильность декоративных цветочных растений / В.П. Бессонова // Ботанический журнал. 1997. Т. 82. №5. С. 38–44.
- Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Характер прорастания зерновок озимой пшеницы, поврежденных вредной черепашкой / Н.А. Вилкова, Л.И. Нефедова, А.В. Капусткина // II Всерос. совещ. «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». СПб: РАСХН, ВИЗР, ИЦЗР. 2008. С. 200–204.
- Звягина А.С. Показатель фертильности мужского гаметофита как критерий в биотестировании влияния гербицидов на репродуктивную систему озимой мягкой пшеницы / А.С. Звягина // Научный журнал КубГАУ. Краснодар: КубГАУ. 2014. № 04 (098). С. 675–685. [Электронный ресурс] URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/50.pdf> (Дата обращения: 24.12.2016).
- Капусткина А.В. Морфофизиологические особенности прорастания зерновок озимой пшеницы при их повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Вестник защиты растений. 2009. № 4. С. 39–47.
- Капусткина А.В. Патология прорастания зерновок *Triticum aestivum* различных сортов, поврежденных вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Генетические ресурсы растений и селекции. Конференция молодых ученых и аспирантов. СПб: ВИР. 2010. С. 184–190.
- Капусткина А.В. Морфофизиологические изменения в зерновках пшеницы при повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сб. науч. трудов СПбГАУ. СПб. 2011. С. 122–125.
- Капусткина А.В., Нефедова Л.И. Прорастание и морфогенез семян пшеницы при повреждении вредной черепашкой / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Вестник защиты растений. 2013. № 2. С. 48–56.

- Капусткина А.В., Нефедова Л.И. Цитофизиологическая реактивность соргов пшеницы на воздействие вредной черепашки. / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Вестник защиты растений. 2014. № 2. С. 17–22.
- Конарев Ал.В., Конарев А.В., Нефедова Л.И., Губарева Н.К., Д. Сиври Озай. Анализ полиморфизма гидролизующих клейковину протеиназ в зерновках пшеницы, поврежденной вредной черепашкой *Eurygaster integriceps* Put. и родственными ей клопами / Ал.В. Конарев, А.В. Конарев, Л.И. Нефедова, Н.К. Губарева, Д. Сиврин Озай // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 5. С. 7–11.
- Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан // Справочник. М.: Химия. 1995. 574 с.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Вредная черепашка и другие хлебные клопы. / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова, А.В. Капусткина // СПб. 2015. 280 с.
- Прокофьев А.А. Формирования семян как органов запаса / А.А. Прокофьев // М.: Наука. 1968. 52 с.
- Ржанова Е.И. Морфологическая характеристика культур видов трибы виковых / Е.И. Ржанова // Автореф. докт. дис. М. 1975. 39 с.
- Реймерс Ф.Э., Илли И.Э. Прорастание семян яровой пшеницы в зависимости от содержания в них белка / Ф.Э. Реймерс, И.Э. Илли // Сб. Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. Иркутск. 1973. С. 54–59.
- Batygina T.B. Polymorphism of sexual and somatic embryos as manifestation of their developmental parallelism under natural conditions and in tissue culture / T.B. Batygina // Plant Biotechnology and Molecular Markers. New Delhi: Anamaya Publishers. 2004. P. 43–59.
- Rank Y. The method of *Allium* anaphase-telofase chromosome aberration assay / Y. Rank // *Ekologiya*. Vilnius. 2003. № 1. P. 38–42.
- Roberts E.H. Viability of seeds. / E.H. Roberts // Chapman and Hall Ltd. London. 1972. 415 p.

Translation of Russian References

- Areshnikov B.A., Starostin S.P. Sunn pest and measures of its control. Moscow: Kolos. 1982. 288 p. (In Russian).
- Bessonova V.P. The influence of environmental pollution on male fertility of decorative flower plants. *Botanicheskii zhurnal*. 1997. V. 82. № 5. P. 38–44. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Morphological and physiological features of germination of kernels of winter wheat at damage by sunn pest. *Vestnik zashchity rastenii*. 2009. № 4. P. 39–47. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Morphological changes in grains of wheat damaged by sunn pest. In: *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya*. Sb. nauch. trudov SPbGAU. St. Petersburg. 2011. P. 122–125. (In Russian).
- Kapustkina A.V. Pathology of grain sprouting in *Triticum aestivum* different varieties damaged by sunn pest. In: *Geneticheskie resursy rastenii i selek-*

- sii. Konferentsiya molodykh uchenykh i aspirantov. St. Petersburg: VIR. 2010. P. 184–190. (In Russian).
- Kapustkina A.V., Nefedova L.I. Cytophysiological reactivity of grades to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) harming activity. *Vestnik zashchity rastenii*. 2014. № 2. P. 17–22. (In Russian).
- Kapustkina A.V., Nefedova L.I. Germination and morphogenesis of wheat seeds at damage by sunn pest. *Vestnik zashchity rastenii*. 2013. № 2. P. 48–56. (In Russian).
- Konarev A.V., Konarev A.V., Nefedova L.I., Gubareva N.K., Sevrin Ozajj D. Analysis of polymorphism of proteinase hydrolyzing gluten in wheat grains damaged by sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. and related bugs. *Doklady Rossiiskoi akademii selskokhozyajstvennykh nauk*. 2013. № 5. P. 7–11. (In Russian).
- Melnikov N.N., Novozhilov K.V., Belan S.R. Pesticides and plant growth regulators. Handbook. Moscow: Khimiya. 1995. 574 p. (In Russian).

- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., Kapustkina A.V. Sunn pest and other grain bugs. St. Petersburg. 2015. 280 p. (In Russian).
- Prokofyev A.A. Formation of seeds as reservation organs. Moscow: Nauka. 1968. 52 p. (In Russian).
- Reimers F.E., Illi I. Germination of seeds of spring wheat depending on the content of protein. In: Sbornik Fiziologo-biohimicheskie problemy semenovedeniya i semenovodstva. Irkutsk. 1973. P. 54–59. (In Russian).
- Rzhanova E.I. Morphological characteristics of crop species of the vetch tribe. Dsc Thesis. Moscow. 1975. 39 p. (In Russian).
- Vilkova N.A., Nefedova L.I., Kapustkina A.V. Nature of germination of winter wheat grains damaged by sunn pest. In: II Vseros. soveshch. «Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam». St. Petersburg: RASKHN, VIZR, ICZR. 2008. P. 200–204 (In Russian).
- Zvyagina A.S. Fertility of male gametophyte as a criterion in bioassay of the effect of herbicides on reproductive system of soft winter wheat. Nauchnyi zhurnal KubGAU. Krasnodar: KubGAU. 2014. N 4 (098). P. 675–685. [Electronic resource]: URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/50.pdf> (date of access: 24.12.2016). (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 22–28

VIABILITY OF SEEDS AT DAMAGE OF WHEAT BY SUNN PEST

A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The main purpose of the research was to study the latent harmfulness of the Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) at wheat seed damage to establish causality of the degradation of their vitality. The negative effects of damage by bugs are studied during their feeding on grains of different wheat varieties. The results of a study of the latent harmfulness of the Sunn pest in the ontogenesis of wheat are summarized. A classification of seed viability is proposed in different age periods of development of seedlings in respect of their damage by the Sunn pest. The changes in the manifestation of the reactivity of the seeds to the impact of the Sunn pest during germination are described. It is established that physiologically active compounds of bugs, including hydrolases, introduced in grain diet cause metabolic, embryological, morphological, cytophysiological, growth and organogenetic processes. Such violations of morpho-physiological status of seedlings cause significant growth retardation and abnormal development of embryonic organs (embryonic root system and embryonic shoots) that further defines the changing determinants of sowing qualities of seeds, poor plant development in field conditions and their productivity.

Keywords: wheat; variety; Sunn pest; seed preservation; germination; life cycle; growth and development; seedling.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Капусткина Александра Валерьевна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: ydati@mail.ru

Нефедова Людмила Ивановна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Kapustkina Aleksandra. Researcher, PhD in Biology, e-mail: ydati@mail.ru

Nefedova Lyudmila. Leading researcher, PhD in agriculture

* Responsible for correspondence

УДК 632.9: 57.021

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБОВ-АНТАГОНИСТОВ И ХИТОЗАНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ И ЛИСТОВЫХ ПЯТНИСТОСТЕЙ

Л.Е. Колесников¹, И.И. Новикова², Э.В. Попова², Н.С. Прияткин³, Ю.Р. Колесникова⁴

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Пушкин;

²Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин;

³Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург;

⁴Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

Несмотря на наличие широкого ассортимента химических фунгицидов, поражаемость пшеницы возбудителями болезней остается серьезной проблемой. В настоящее время особенно актуальны исследования, направленные на разработку новых альтернативных и экологически безопасных средств защиты пшеницы. В работе приведены данные по оценке влияния биопрепаратов и хитозановых составов («Гамаир, СП», «Витаплан, Ж», «Хитозан I», «Хитозан II», комплекс: «Витаплан, Ж» + «Хитозан II») на развитие корневой гнили, мучнистой росы, бурой ржавчины, септориоза пшеницы. Наиболее выраженным комплексным действием обладал хитозановый состав «Хитозан II», снижавший интенсивность развития мучнистой росы (на 60%), бурой ржавчины (на 74.3%) и септориоза (46.8%) по сравнению с контролем. Добавление к хитозановому составу «Хитозан II» биопрепарата «Витаплан, Ж» приводило к повышению

его эффективности в отношении гелиминтоспориозной корневой гнили (на 60%). В результате применения хитозановых составов («Хитозан I», «Хитозан II») отмечалось достоверное снижение развития септориоза пшеницы (на 66.9%), при этом биопрепараты «Гамаир, СП» и «Витаплан, Ж» оказались малоэффективными в отношении септориоза. При использовании биопрепарата «Гамаир, СП» на 60% снижалось развитие гелиминтоспориозной корневой гнили, однако он не оказывал достоверного влияния на развитие мучнистой росы и бурой ржавчины. Проведенные исследования показали перспективность использования в практике защиты пшеницы от болезней полифункциональных препаратов: хитозановых составов – против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза, а в отношении гелиминтоспориозной корневой гнили – комплексов, объединяющих полезные свойства штаммов микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов и хитозановых композиций.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, биопрепараты, хитозан, корневая гниль, болезни листьев, бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз.

Введение

Развитие ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий сельскохозяйственного производства в значительной степени зависит от рационального использования удобрений и средств защиты растений от вредителей и болезней. Несмотря на высокую эффективность подавления численности вредных организмов, химические пестициды могут негативно влиять на полезные нецелевые объекты, а также вызывать развитие резистентности у фитофагов и фитопатогенов, что приводит к нежелательному увеличению норм расхода и кратности их применения. Постепенное накопление остатков синтетических химических средств защиты растений в почве, водоемах и растительной продукции отрицательно влияет на здоровье человека и животных [Гончар и др., 2013].

Для решения проблем фитосанитарии и экологии в защите растений необходимо использовать менее токсичные для человека, флоры и фауны, избирательные и быстро разлагаемые в природе вещества. Альтернативой химическим пестицидам могут стать препараты на основе микроорганизмов и их метаболитов, а также других природных соединений [Павлюшин, 2005; Штерншис, 2012; Кузина и др., 2009; Новикова, 2016]. Однако, несмотря на эффективность и экологическую безопасность биопрепаратов, объем их применения составляет всего 1–1.5% от рынка химических пестицидов. В этой связи очевидно, что одним из наиболее перспективных и актуальных направлений научных исследований в сельскохозяйственной биотехнологии является разработка новых полифункциональных микробиологических препаратов и технологий их применения.

В качестве микробов-антагонистов возбудителей болезней растений большое внимание уделяется бактериям р. *Bacillus* [Логинов, 2007; Чеботарь, 2009; Воронкович и др., 2011; Новикова и др., 2013]. Продуктируемые ими антибиотики полипептидного и аминокликозидного ряда, такие как субтилин, субтилозин, бациллизин, микобаццилин и некоторые ферменты, лизирующие клеточные стенки грибов [Berg et al. 2001], подавляют рост и развитие возбудителей целого ряда болезней сельскохозяйственных культур. Бациллы стимулируют рост и развитие растений за счет образования веществ-иммунизаторов, усиливают фиксацию растениями атмосферного азота, растворяют труднодоступные для растений минеральные соединения почвы (в первую очередь, фосфаты), увеличивают численность микроорганизмов ризосферы, потребляющих аммонийный азот и минерализующих растительные остатки, в частности, целлюлозу. Некоторые антагонистические механизмы видов р. *Bacillus* обусловлены их эффективной

конкуренцией за питательные элементы и пространство, и индукцией болезнестойчивости растений [Соколова и др., 2011; Guerra-Cantera et al., 2005; Vanloon et al., 1998; Knox et al., 2000; Leelasuphakul et al., 2006]. Важная особенность бактерий рода *Bacillus* как основы биопестицидов – устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды за счет способности к спорообразованию [Гаврилов, Бойко, 2001; Thangavelu, Mustafa, 2012]. Например, выявлена антагонистическая активность в отношении возбудителей корневых гнилей и снежной плесени, а также способность к активизации защитных реакций в растениях пшеницы у некоторых эндофитных изолятов *B. subtilis* [Bing Liu et al., 2009; Lu-Yao et al., 2015; Moubarak, Abdel-Monaim, 2011], септориоза (*S. tritici*, *S. nodorum*), *B. sorokiniana*, *D. tritici-repentis* [Perelló, Monaco, 2007; Веселова и др., 2015], фузариоза колоса *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* [Imen et al., 2016], мучнистой росы (*Blumeriagraminis* f. sp. *tritici* (Bgt) [Xiaoning Gao et al., 2015], желтой ржавчины [Hui Li et al., 2013] и бурой ржавчины [Kalappanavar et al., 2008].

Новая тенденция в разработке технологий фитосанитарной оптимизации агроэкосистем – использование метода защиты растений, который основан на повышении иммунного потенциала растений, а не на подавлении плотности популяций фитопатогенных видов, как это происходит в случае использования пестицидов [Зимоглядова и др., 2009; Старикова, 2014]. Широко обсуждаются практические достижения и перспективы использования природного полимера хитозана для создания препаратов нового поколения – индукторов болезнестойчивости на его основе [Тютерева, 2014, 2015]. Созданы модификации биологически активного водорастворимого синтетического комплекса хитозана с медью (CS-Cu), обладающие биоцидной и индуцирующей активностью, при введении которых в состав препарата Хитозар, МЭ существенно повышается его эффективность как индуктора болезнестойчивости. Разработан ассортимент новых фунгицидов на основе хитозана (АПВ 1, АВП4/8, АВП X, АВП XC, хитозар Ф, хитозар П1, П2, П3) и катапола (катазар) [Долженко, Захаренко, 2010]. Как показали исследования, обработка листьев пшеницы хитозаном стимулировала синтез прекурсоров лигнина, таких как п-кумаровая, феруловая и синаповая кислоты, а также фенольных кислот, обладающих антимикробной активностью, например, бензойной, п-кумаровой, кофеиновой, протокатеховой, хлорогеновой, феруловой и галловой [Bhaskara et al., 2014; Orzali et al., 2014].

Особенно перспективны для защиты от болезней композиции микробов-антагонистов возбудителей болезней

и активаторов болезнестойкости растений – хитозана и его производных. Высокий защитный эффект таких комплексных полифункциональных биопрепаратов обусловлен сочетанием антагонистических свойств штаммов микроорганизмов и способности хитозана совместно с биологически активными веществами повышать болезнестойкость растений. В ФГБНУ ВИЗР разработана технология получения ряда таких полифункциональных препаратов в виде композиций микробов-антагонистов с

хитин-хитозановыми носителями методом иммобилизации [Павлюшин и др., 2010, 2012].

Цель настоящей работы – оценка эффективности полифункциональных препаратов на основе штаммов микроорганизмов-антагонистов возбудителей болезней и активаторов болезнестойкости растений – хитозановых комплексов для защиты пшеницы от корневой гнили и возбудителей болезней листьев (бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза).

Материалы и методы

Место проведения работы – лаборатория фитотоксикологии ФГБНУ ВИЗР, кафедра защиты и карантина растений ФГБОУ ВО СПбГАУ.

Экспериментальные исследования выполнены в условиях опытного поля Пушкинских лабораторий ФГБНУ “ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова” (ВИР). Объект изучения – сорт яровой мягкой пшеницы Ленинградская 6, к-64900, предоставленный отделом генетических ресурсов ВИРА.

Посев яровой мягкой пшеницы в соответствии с приведенной ниже схемой опыта осуществлен 7 мая 2016 г. Образцы пшеницы были посеяны на делянках площадью 1.0 м² рядовым способом посева с междурядьями 15 см и расстоянием в ряду 1–2 см (400 семян/м²). Глубина заделки семян: 5–6 см. Полевой опыт по определению влияния биопрепаратов и хитозановых комплексов на продуктивность пшеницы и интенсивность развития корневой гнили выполнен в 2-кратной повторности. Схема опыта включала 6 вариантов: без обработки (контроль), «Гамаир, СП», «Витаплан, Ж» – культуральная жидкость штамма *B. subtilis* ВКМ В-2604Д и штамма *B. subtilis* ВКМ В-2605Д при соотношении 1:1 с титром живых клеток и спор/г *B. subtilis* – 10¹⁰, Хитозановый комплекс «Хитозан I», Хитозановый комплекс «Хитозан II», комплекс: «Витаплан» + «Хитозан II».

Для обработки семян пшеницы Ленинградка 6 перед посевом использовали:

1. Контроль – без обработки;
2. «Гамаир, СП» (10 г препарата на 300 л воды);
3. «Витаплан, Ж» – культуральная жидкость штаммов *B. subtilis* ВКМ В-2604Д и *B. subtilis* ВКМ В-2605Д (1:1), титр живых клеток и спор/г – 10¹⁰. Замачивание 50 г семян осуществлено в 100 мл культуральной жидкости в течение 1 часа.
4. Хитозановый комплекс «Хитозан I» – 0.1% раствор по хитозану: Хитозан мМ 100 кДа, Хитозан мМ 50кДа (1:1), янтарная кислота, глутаминовая кислота, 0.025% салициловая кислота.

5. Хитозановый комплекс «Хитозан II» – 0.1% раствор по хитозану: Хитозан мМ 50кДа, янтарная кислота, глутаминовая кислота; 0.0015% индолилуксусной кислоты.

6. Комплекс: «Витаплан, Ж» + «Хитозан II» – культуральная жидкость с титром клеток 10¹⁰ КОЕ/мл (разведение 1:10).

Обработка вегетирующих растений пшеницы препаратами проведена в 3-кратной повторности: 24 июня; 9 и 19 июля. Схема опыта предусматривала использование следующих препаратов:

1. Контроль – без обработки;
2. Стандарт «Гамаир, СП» – из расчета 10 г препарата на 300 л воды;
3. «Витаплан, Ж»: культуральная жидкость с титром клеток 10¹⁰ КОЕ/мл в разведении 1:10.

4. Хитозановый комплекс «Хитозан I» – 0.1% раствор по хитозану: Хитозан мМ 100 кДа; Хитозан мМ 50кДа (1:1); янтарная кислота, глутаминовая кислота; 0.025% салициловая кислота.

5. Хитозановый комплекс «Хитозан II» – 0.1% раствор по хитозану: Хитозан мМ 50кДа; янтарная кислота, глутаминовая кислота; 0.0015% индолилуксусной кислоты; расход жидкости 100 мл/м².

6. Комплекс: «Витаплан, Ж» + «Хитозан II».

Расход жидкости во всех вариантах опыта – 100 мл/м².

Оценка степени поражения растений корневой гнилью проведена в полевых условиях в фазу кущения пшеницы (15 июля 2016 г.) по общепринятой шкале: 1 – эпикотиль без поражения, 1 – единичные пятна на эпикотиле; 2 – сильное поражение; 3 – сильное поражение, растение погибло. В каждом варианте опыта оценивали по 20 растений в 2-кратной повторности. Развитие корневой гнили по вариантам опыта оценивали по средневзвешенной величине степени поражения растений [Попов Ю.В., 2011]

$$P_5 = \frac{\sum(a \cdot b) \cdot 10}{A \cdot K},$$

где *a* – число растений с одинаковыми признаками поражения; *b* – соответствующий балл; *A* – число растений в учете (здоровых и больных); *K* – высший балл учетной шкалы.

Интенсивность поражения пшеницы возбудителем мучнистой росы (*Blumeria graminis* Speer.) учитывали в фазы кущения пшеницы, выхода в трубку, созревания (молочной спелости зерна) по показателям: условная величина развития болезни [Геше-ле Э.Э., 1978], число и площадь пятен с налетом.

Развитие бурой ржавчины (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erik.) на флаговых и предфлаговых листьях учитывали в фазу выхода в трубку и молочной спелости зерна как по общепринятым фитопатологическим показателям – интенсивности поражения (по шкале Р.Ф. Петерсона), так и с использованием дополнительных параметров: числа пустул, площади пустулы.

Интенсивность поражения образцов септориозом (*Stagonospora nodorum* Castell. et Germano) определяли в фазы молочной и восковой спелости зерна по условному развитию болезни на флаговой и предфлаговой листовой поверхности в соответствии со шкалой Джеймса [James W.O., 1971].

Размер инфекционных структур возбудителей бурой ржавчины и мучнистой росы определяли с помощью окулярного микрометра. Значения площади пустулы и пятен с налетом рассчитывали в предположении об их эллиптической форме с использованием выражения: $S_{п.м.} = m \cdot ab$, где *a* и *b* – значения полуосей эллипса (в линиях окулярного микрометра), *m* – масштабный коэффициент микроскопа.

Статистический анализ данных был проведен с использованием пакетов прикладных программ SPSS 21.0 и Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований нами была проведена оценка эффективности биопрепаратов и хитозановых составов, разработанных в ФГБНУ ВИЗР, в отношении

корневой гнили пшеницы в фазе выхода в трубку. Как показали исследования, основным возбудителем болезни был *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. Изменения интен-

сивности развития гелимтоспориозной корневой гнили при использовании биопрепаратов и хитозановых комплексов по сравнению с контролем приведены на рис. 1. Максимальной эффективностью в отношении *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. обладал биопрепарат Витаплан, Ж и комплекс Витаплан, Ж + Хитозан II, использование которых снижало развитие болезни на 83.3% и 80% по сравнению с контролем, соответственно.

На втором этапе исследований была проведена оценка эффективности биопрепаратов и хитозановых составов в отношении мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза. В таблице 1 отражены результаты сравнительного анализа интенсивности развития (%), числа и площади пятен возбудителя мучнистой росы (мм²) на флаговых и предфлаговых листьях в вариантах опыта с применением

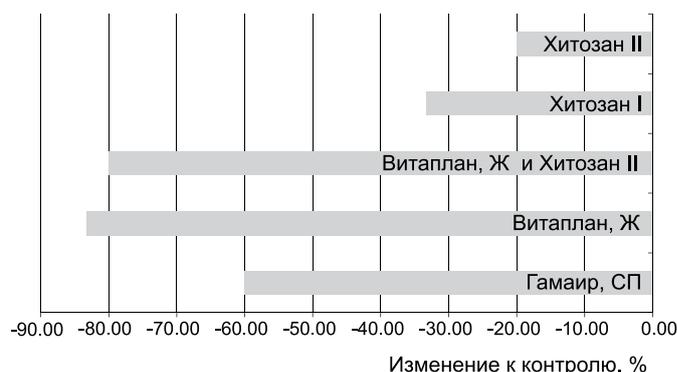


Рисунок 1. Эффективность биопрепаратов и хитозановых комплексов в отношении развития гелимтоспориозной корневой гнили по сравнению с контролем

Таблица 1. Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на показатели патогенеза пшеницы при развитии возбудителя мучнистой росы по сравнению с контролем

Варианты опыта	Флаговый лист			Предфлаговый лист		
	Развитие, %	Число пятен, шт.	Площадь пятен, мм ²	Развитие, %	Число пятен, шт.	Площадь пятен, мм ²
Гамаир, СП	-46.67	-53.74	189.84	-75.25	-67.80	141.17
Витаплан, Ж	-76.67*	-67.35	-39.24	-67.50	-20.73	-63.38
Витаплан, Ж и Хитозан II	-16.67	-12.93	34.37	-53.13	-43.29	-46.01
Хитозан I	-10.00	-37.41	-5.80	-60.63	-40.24	31.28
Хитозан II	-90.00	-78.23	-72.38	30.50	33.54	-30.42

* – достоверные изменения по сравнению с контролем в соответствии со значениями критерия Стьюдента (P<0.05)

биопрепаратов и хитозановых комплексов, и без их применения (контроль). Максимальной эффективностью в отношении комплекса показателей болезни обладал биопрепарат Витаплан, Ж. Остальные препараты по эффективности могут быть ранжированы следующим образом: Витаплан, Ж+ Хитозан II =>Хитозан I =>Хитозан II =>Гамаир, СП.

Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на интенсивность поражения яровой мягкой пшеницы возбудителем бурой ржавчины было изучено по показателям развития болезни (%), числу пустул и площади пустулы, учитываемых на флаговых и предфлаговых листьях пшеницы (рис. 2–4).

В таблице 2 отражены изменения комплекса показателей патогенеза, формирующегося при развитии возбудителя бурой ржавчины, в вариантах опыта с применением биопрепаратов, хитозановых комплексов и без их применения (контроль). Максимальной эффективностью в отно-

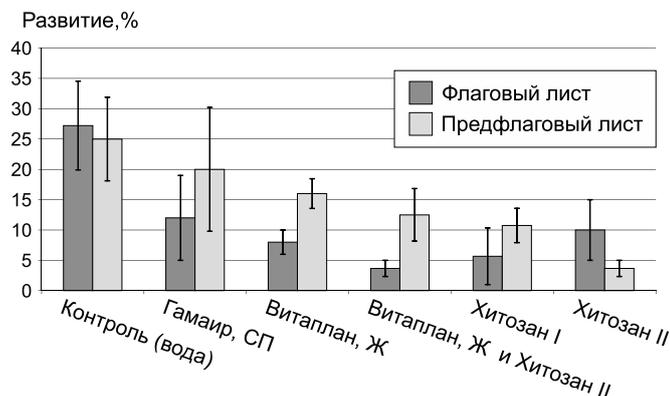


Рисунок 2. Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на степень поражения флаговых и предфлаговых листьев пшеницы возбудителем бурой ржавчины

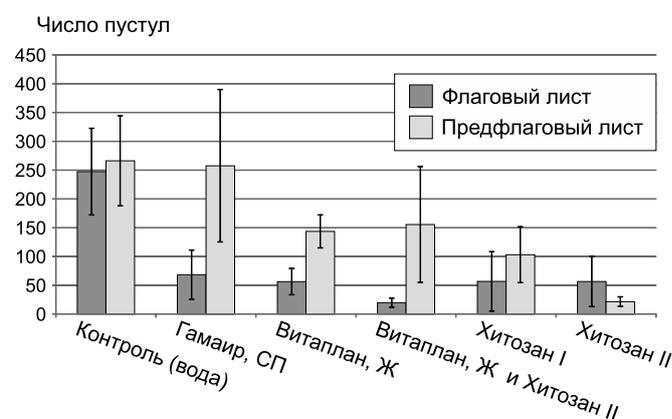


Рисунок 3. Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на число пустул флаговых и предфлаговых листьев пшеницы возбудителем бурой ржавчины

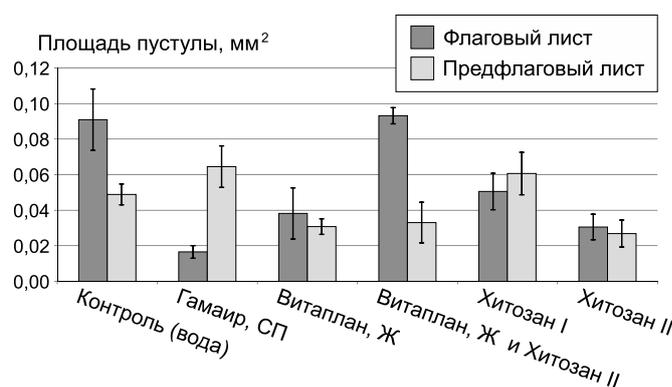


Рисунок 4. Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на площадь пустулы возбудителя бурой ржавчины на флаговых и предфлаговых листьях пшеницы

Таблица 2. Влияние биопрепаратов и хитозановых комплексов на показатели патогенеза пшеницы, формирующегося при развитии возбудителя бурой ржавчины, по сравнению с контролем

Варианты опыта	Флаговый лист			Предфлаговый лист		
	Развитие, %	Число пустул, шт.	Площадь пустул, мм ²	Развитие, %	Число пустул, шт.	Площадь пустул, мм ²
Гамаир, СП	-55.92	-72.38	-81.80	-20.00	-3.24	32.07
Витаплан, Ж	-70.61*	-77.22	-58.01	-36.00	-46.07	-37.02
Витаплан, Ж и Хитозан II	-86.53	-92.05	2.45	-50.00	-41.58	-32.36
Хитозан I	-79.18	-77.09	-44.40	-57.00	-61.26	24.11
Хитозан II	-63.27	-77.16	-66.39	-85.33	-91.86	-45.01

* – достоверные изменения по сравнению с контролем в соответствии со значениями критерия Стьюдента ($P < 0.05$)

шении комплекса показателей возбудителя бурой ржавчины обладал хитозановый комплекс Хитозан II. Остальные препараты по эффективности могут быть ранжированы следующим образом: Витаплан, Ж=>Хитозан I =>Витаплан, Ж + Хитозан II =>Гамаир, СП.

Результаты оценки эффективности биопрепаратов и хитозановых комплексов относительно септориоза пшеницы представлены в таблице 3. Наибольшую эффективность в отношении болезни проявили хитозановые комплексы Хитозан I и Хитозан II. Остальные препараты по эффективности могут быть ранжированы следующим образом: Витаплан, Ж + Хитозан II =>Гамаир, СП =>Витаплан, Ж.

Таблица 3. Эффективность биопрепаратов и хитозановых комплексов в отношении развития возбудителя септориоза пшеницы

Варианты опыта	Стат. показатель	Флаговый лист			Предфлаговый лист		
		Развитие, %	Критерий Стьюдента	Изм. по сравнению контролем., %	Развитие, %	Критерий Стьюдента	Изм. по сравнению контролем., %
Контроль (вода)	Среднее	62.50			27.50		
	Стд. ошибка	12.50			2.50		
Гамаир, СП	Среднее	33.33	-1.94	-46.67	38.00	0.28	38.18
	Стд. ошибка	8.33			37.00		
Витаплан, Ж	Среднее	50.00	-0.45	-20.00	50.00	1.54	81.82
	Стд. ошибка	25.00			14.43		
Витаплан, Ж и Хитозан II	Среднее	69.17	0.03	10.67	2.00	-10.00	-92.73
	Стд. ошибка	16.09			0.50		
Хитозан I	Среднее	8.00	-3.80	-87.20*	3.00	-9.80	-89.09
	Стд. ошибка	7.00			0.00		
Хитозан II	Среднее	27.50	-2.75	-56.00*	17.50	-2.83	-36.36
	Стд. ошибка	2.50			2.50		

* – различия достоверны при $P < 0.05$

По числу отрицательных изменений биопрепараты и хитозановые составы по эффективности могут быть ранжированы следующим образом: Витаплан, Ж (92.9%) =>Хитозан I (86.0%) =>Хитозан II (85.7%) =>Витаплан, Ж + Хитозан II (78.6%) =>Гамаир, СП (71.4%). Распределение биопрепаратов и хитозановых составов по числу отрицательных и статистически достоверных изменений показателей патогенеза к контролю имеет следующий вид: Хитозан II (71.4%) =>Витаплан, Ж (50%) =>Хитозан I (21.4%) =>Гамаир, СП (14.3%) =>Витаплан, Ж + Хитозан II (7.14%). Таким образом, наибольшей эффективностью относительно изученного комплекса фитопатогенных микромицетов обладает хитозановый комплекс «Хитозан II».

Методом многомерного шкалирования выявлена сопряженность в изменении значений комплекса показате-

На следующих этапах работы была проведена оценка эффективности биопрепаратов и хитозановых составов в отношении комплекса возбудителей болезней листьев пшеницы. На рис. 5 обобщены данные, отражающие влияние биопрепаратов и хитозановых составов на вышеперечисленные 14 показателей патогенеза различного типа, связанного с развитием возбудителей мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза на флаговых и предфлаговых листьях пшеницы (по числу суммарных отрицательных изменений к контролю, по числу отрицательных и статистически достоверных изменений к контролю с использованием критерия Стьюдента при $P < 0.05$).

лей патогенеза пшеницы различного типа, формируемого при развитии возбудителей мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза с использованием биопрепаратов, хитозановых составов и без их применения (контроль). Результаты анализа приведены на рис.6.

В соответствии со значением стресса Краскала (0%), представляющего собой долю дисперсии, которая не учтена при многомерном шкалировании, модель полностью соответствует исходным данным. Выявлены сходства в эффективности действия биопрепаратов и хитозановых составов препаратов в вариантах опыта: Витаплан, Ж; Витаплан, Ж совместно с Хитозан II; Хитозан I. Наблюдаются четкие отличия по сравнению с выявленной группой в действии биопрепарата Гамаир, СП и хитозанового комплекса Хитозан I на интенсивность поражения пшеницы возбудителями болезней листьев.

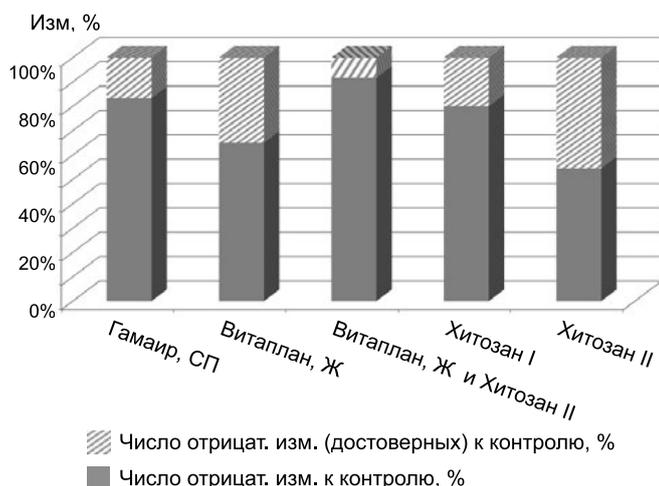


Рисунок 5. Нормированная гистограмма, отражающая влияние биопрепаратов и хитозановых составов на показатели патогенеза различного типа, связанного с развитием возбудителей болезней листьев пшеницы (мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз)

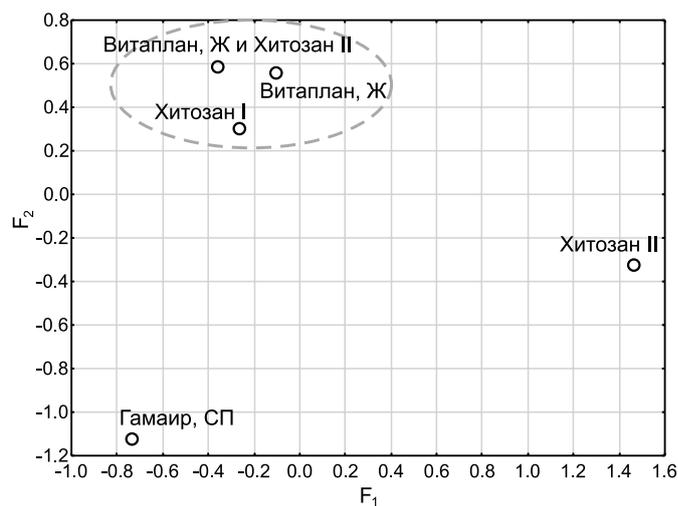


Рисунок 6. Многомерное шкалирование относительных изменений в значениях показателей интенсивности поражения пшеницы возбудителями бурой ржавчины, мучнистой росы и септориоза при использовании препаратов по отношению к контролю

Заключение

Проведенные исследования выявили высокую биологическую эффективность изученных полифункциональных препаратов на основе штаммов микроорганизмов и хитозановых комплексов в отношении болезней яровой пшеницы, и видоспецифичность их действия. Максимальная биологическая эффективность в отношении развития гельминтоспориозной корневой гнили отмечена у биопрепарата «Витаплан, Ж» и комплекса «Хитозан II» + «Витаплан, Ж» (80–83%). Выявлена тенденция снижения интенсивности поражения по большинству показателей патогенеза мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза при применении комплекса «Хитозан II» + «Витаплан, Ж». Максимальной эффективностью в отношении возбудителя мучнистой росы обладал биопрепарат «Витаплан, Ж», бурой ржавчины – хитозановый состав «Хитозан II», сеп-

ториоза – оба хитозановых состава («Хитозан I», «Хитозан II»). Наибольшую эффективность в отношении комплекса возбудителей болезней листьев показал хитозановый состав «Хитозан II». Добавление к хитозановому составу «Хитозан II» биопрепарата «Витаплан, Ж» усиливало его эффективность в отношении гельминтоспориозной корневой гнили. Проведенные исследования показали перспективность использования в практике защиты пшеницы от болезней полифункциональных препаратов: хитозановых составов – против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза, а в отношении гельминтоспориозной корневой гнили – комплексов, объединяющих полезные свойства штаммов микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов и хитозановых композиций.

Библиографический список (References)

- Веселова С.В. Роль эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* 26Д и жасмоновой кислоты в регуляции транскрипционной активности генов PR-белков в инфицированных *Septoria nodorum* Berk. растениях пшеницы / С.В. Веселова, Г.Ф. Бурханова, Т.В. Нужная, И.В. Максимов // Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. N1. С. 87–91.
- Воронкович Н.В. Бактерии рода *Bacillus* как агенты биологического контроля фитопатогенов картофеля / Воронкович Н. В., Ананьева И.Н., Коломиец Э.И. // Научные достижения биологии, химии, физики: сб. ст. по матер. I междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2011.
- Гаврилов А.А. Биопрепараты для защиты озимой пшеницы от болезней / А.А. Гаврилов, А.П. Бойко // Защита и карантин растений. 2001. N 1. С. 29.
- Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле // М.: Колос. 1978. 53 с.
- Долженко В. И. Для ускорения научно-технического прогресса / В.И. Долженко, В.А. Захаренко // Защита и карантин растений. 2010. N2. С. 64–68.
- Зимоглядова Т.В. Эффективность биопрепаратов на разных сортах озимой пшеницы / Т.В. Зимоглядова, В.В. Жадан, С.В. Наказной // Защита и карантин растений. 2009. N 11. С.25–26.
- Кузина Е.В. Перспективы использования сухих препаративных форм биопрепаратов «Елена» и «Азолен» для сельского хозяйства / Е.В. Кузина, Н.С. Яхина, Н.Ф. Галимзянова, Т.Ф. Бойко, Н.Н. Силищев, О.Н. Логинов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. N5(2). С. 464–467.
- Логинов О.Н. Получение сухой препаративной формы биопрепарата сельскохозяйственного назначения «Елена» / О.Н. Логинов, Н.С. Васильева, Н.Н. Силищев // Башкирский химический журнал. 2007. Т. 12. N2. С. 45–47.
- Новикова И.И. Перспективы использования биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для защиты картофеля от болезней при хранении / И.И. Новикова, И.В. Бойкова, В.А. Павлюшин, В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, Р.Р. Азизбекян, Н.И. Кузнецова // Вестник защиты растений. 2013. N4. С. 12–21.
- Новикова И.И. Биологическое разнообразие микроорганизмов – основа для создания новых полифункциональных биопрепаратов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Вестник защиты растений. 2016. Т.83. N3. С. 120–122.
- Павлюшин В.А. Стратегические задачи исследований по обеспечению фитосанитарного оздоровления агроэкосистем в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия // Фитосанитарное оздоровление экосистем (материалы II Всероссийского съезда по защите растений). СПб. Пушкин. 2005. Т.2. 594 с.
- Павлюшин В.А. Разработка методов совместного применения микробов-антагонистов, хитина и хитозана в защите растений огурца и томата от фузариозной инфекции и нематод / В.А. Павлюшин, С.Л. Тютюрев, Э.В. Попова, И.И. Новикова, И.В. Бойкова, Г.А. Быкова // Материалы международной конференции «Современные перспективы в исследовании хитина». 25–30 июня 2012г. Мурманск: РосХит. 2012. С. 398–404.

- Павлюшин В.А. Новые комплексные биопрепараты для защиты овощных культур от грибных и бактериальных болезней / В.А. Павлюшин, С.Л. Тютюрев, Э.В. Попова, И.И. Новикова, Г.А. Быкова, Н.С. Домнина // Биотехнология. 2010. N 4. С. 69–80.
- Попов Ю.В. Метод оценки развития корневых гнилей зерновых культур // Защита и карантин растений. 2011. N 8. С. 45–47.
- Старикова Д.В. Влияние стимуляторов, биологических препаратов и микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. N 98. С. 1–13.
- Соколова М.Г. Влияние на растения фитогормонов, синтезируемых ризосферными бактериями / М.Г. Соколова, Г.П. Акимова, О.Б. Вайшла // Прикл. биохимия и микробиология. 2011. Т.47. N3. С. 373–385.
- Тютюрев С.Л. Экологически безопасные индукторы устойчивости растений к болезням и физиологическим стрессам // Вестник защиты растений. 2015. 1(83). С. 3–13.
- Тютюрев С.Л. Природные и синтетические индукторы устойчивости растений к болезням // СПб. 2014. 212 с.
- Чеботарь В.К. Антифунгальные и фитостимулирующие свойства ризосферного штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 – продуцента биопрепаратов / В.К. Чеботарь, Н.М. Макарова, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Прикл. биохимия и м/б. 2009. Т. 45. N 4. С. 465–471.
- Штерншиш М.В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник томского государственного университета. Биология. 2012. N 2 (18). С. 92–100.
- Bhaskara Reddy MV. Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality / Bhaskara Reddy MV, Arul J, Angers P, Couture L // J Agric Food Chem. 1999. Mar.47(3): 1208–16 PMID: 10552439
- Bing Liu. Biological control of take-all in wheat by endophytic *Bacillus subtilis* E1R-j and potential mode of action // Bing Liu, Lili Huang, Hongping Qiao, Yufei Gong. Biological Control 49(3): 277–285: DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.02.007.
- Guerra-Cantera MARV/ Utilization of a polyphasic approach in the taxonomic reassessment of antibiotic and enzyme-producing *Bacillus* spp. isolated from the Philippines // Guerra-Cantera MARV, Raymundo, A.K., World. J. Microb. Biot. 2005. 21: 635–644.
- Hui Li. Biological control of wheat stripe rust by an endophytic *Bacillus subtilis* strain E1R-j in greenhouse and field trials // Hui Li, Jie Zhao, HaoFeng, Zhensheng Kang // Crop Protection 43: 2013. 201–206: DOI: 10.1016/j.cropro.2012.09.008.
- Imen Zalila-Kolsi Antagonist effects of *Bacillus* spp. strains against *Fusarium graminearum* for protection of durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) / Zalila-Kolsilmen, Afif Ben Mahmoud, Ali Hacina, Sameh Sellami, Zina Nasfi, Slim Tounsi, Kaïs Jamoussi // Microbiological Research. 2016. 192. 148–158.
- James W.O. An illustrated series of assessment for plant diseases preparation and usage // Can. Plant Dis. Surv. 1971. V.51. N 2. P. 36–55
- Kalappanavar I. K. Management strategies of leaf rust of wheat caused by *Puccinia recondita* Sp. Tritici rob. Ex. Desm. / I. K. Kalappanavar, R. K. Patidar, K. Srikant // Karnataka J. Agric. Sci. 2008. 21 (1): P. 61–64
- Knox O.G.G. Effects of increased nitrate availability on the control of plant pathogenic fungi by the soil bacterium *Bacillus subtilis* / O.G.G. Knox, R. Killham, K. Leifert // Appl. Soil Ecol. 15.P.227–231.
- Leelasuphakul W. Purification, characterization and synergistic activity of β -1,3- glucanase and antibiotic extract from an antagonistic *Bacillus subtilis* NSRS 89–24 against rice blast and sheath blight // W. Leelasuphakul, P. Sivanunsakul, S. Phongpaichit // S. Enzym. Microb. Technol. 2006. 38. P. 990–997.
- Lu-Yao Wang. Conjunctively screening of biocontrol agents (BCAs) against fusarium root rot and fusarium head blight caused by *Fusarium graminearum* / Lu-Yao Wang, Yue-Shen Xie, Yuan-Yu Cui, Jianjun Xub, Wei Heb, Huai-GuChenc, Jian-Hua // Guoa. Microbiological Research 2015. V. 177, August 2015. P.34–42 <http://dx.doi.org/10.1016/j.micres.2015.05.005>
- Moubarak M. Y. Effect of bio-control agents on yield, yield components and root rot control in two wheat cultivars at New Valley region / M. Y. Moubarak, M. F. Abdel-Monaim. Egypt. Journal of Cereals and Oilseeds. V. 2(6). P. 77–87. November 2011. P.77–87. DOI: 10.5897/JCO11.029
- Orzali L. Effect of chitosan seed treatment as elicitor of resistance to *Fusarium graminearum* in wheat / L. Orzali, C. Forni, L. Riccioni // Seed Science and Technology. 2014. V. 42. N. 2. P. 132–149(18): DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2014.42.2.03>
- Perelló A. E. Status and progress of biological control of wheat (*Triticum aestivum* L.) foliar diseases in Argentina / A. E. Perelló, C. Mónaco // Fitosanidad. 2007. V. 11. N 2.
- Thangavelu R. Current Advances in the Fusarium Wilt Disease Management in Banana with Emphasis on Biological Control / R. Thangavelu, M.M. Mustafa // Plant Pathology. 2012. N4. P. 273–298.
- Xiaoning Gao. Endophytic *Bacillus subtilis* Strain E1R-J is a Promising Biocontrol Agent for Wheat Powdery Mildew / Xiaoning Gao, Yufei Gong, Yunxia Huo, Qingmei Han, Zhensheng Kang, Lili Huang // Bio Med Research International. V. 2015 (2015). P.1–8. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/462645>.

Translation of Russian References

- Chebatar V.K., Makarova N.M., Shaposhnikov A.I., Kravchenko L.V. Antifungal and phytostimulating characteristics of *Bacillus subtilis* Ch-13 rhizospheric strain, producer of biopreparations. Prikl. biokhimiia i m/b. 2009. V. 45. N 4. P. 465–471. (In Russian).
- Dolzenko V.I., Zakharenko V.A. To contribute to the development of the scientific-and-technical progress. Zashchita i karantin rastenii. 2010. N 2. P.64–68. (In Russian).
- Gavrilov A.A., Boiko A.P. The biopreparations for winter wheat protection from diseases. Zashchita i karantin rastenii. 2001. N 1. P. 29. (In Russian).
- Geshele E.E. The basics of phytopathological evaluation in plant selection. Moscow: Kolos. 1978. 53 p. (In Russian).
- Kuzina E.V., Yakhina N.S., Galimzyanova N.F., Boyko T.F., Silishchev N.N., Loginov O.N. Prospects of use dry preparative forms of biological products «Elena» and «Azolen» for agriculture. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2009. V. 11. N 5(2). P. 464–467. (In Russian).
- Loginov O.N., Vasilyeva N.S., Silishchev N.N. Production of the dry biological preparation «Elena» for agricultural purposes. Bashkirskii khimicheskii zhurnal. 2007. V. 12. N 2. P. 45–47. (In Russian).
- Novikova I.I. Biological diversity of microorganisms as a basis for development of new multifunctional biological products for phytosanitary optimization of agroecosystems. Vestnik zashchity rastenii. 2016. N 3(83). P. 120–122. (In Russian).
- Novikova I.I., Boikova I.V., Pavlyushin V.A., Zeiruk V.N., Vasilyeva S.V., Azizbekian R.R., Kuznetsova N.I. Prospects for the use of biopreparations based on microbial antagonists for potato protection from diseases during storage. Vestnik zashchity rastenii. 2013. N 4. P. 12–21. (In Russian).
- Pavlyushin V.A. Strategic objectives of the researches for the support of agroecosystem phytosanitary improvement in adaptive landscape agriculture. In: Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem (materialy II Vserossiiskogo syezda po zashchite rastenii). St. Petersburg, Pushkin. 2005. V 2. 594 P. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Tyuterev S.L., Popova E.V., Novikova I.I., Boikova I.V., Bykova G.A. Development of the methods for microbial antagonists, chitin and chitosan combined application in protection of cucumber plants and tomato against *Fusarium* infection and nematodes. In: Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Sovremennye perspektivy v issledovanii khitina». 25–30 iyunya 2012. Murmansk. RosKhit. 2012. P. 398–404. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Tyuterev S.L., Popova E.V., Novikova I.I., Bykova G.A., Domnina N.S. New combined biopreparations for the protection of vegetable cultures against fungal and bacterial diseases. Biotehnologiya. 2010. N 4. P.69–80. (In Russian).
- Popov Yu.V. Method for estimation of root rots development in cereals. Zashchita i karantin rastenii. 2011. N 8. P. 45–47. (In Russian).
- Shternshis M.V. Trends of microbial pesticides biotechnology developed for plant protection in Russia. Vestnik tomского gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2012. N 2 (18). P. 92–100. (In Russian).
- Sokolova M.G., Akimova G.P., Vaishlya O.B. The influence of phytohormones synthesized by rhizosphere bacteria on plants. In: Prikl. biokhimiia i mikrobiologiya. 2011. V. 47. N 3. P. 373–385. (In Russian).
- Starikova D.V. The influence of stimulants, biological products and microfertilizers on the yield and quality of winter soft wheat. Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. N 98. P. 1–13. (In Russian).
- Tyuterev S.L. Ecologically safe inducers of plant resistance to diseases and physiological stresses. Vestnik zashchity rastenii. 2015. 1(83). P. 3–13. (In Russian).
- Tyuterev S.L. Natural and synthetic inducers of plant resistance to diseases. St. Petersburg. 2014. 212 p. (In Russian).
- Veselova S.V., Burkhanova G.F., Nuzhnaya T.V., Maksimov I.V. Involvement of endophytic bacteria *Bacillus subtilis* 26d and jasmonic acid in the control of genes expression of pathogenesis related proteins in wheat plants

infected with *Septoria nodorum* Berk. Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2015. V 20. N 1. P. 8–791. (In Russian).
 Voronkovich N.V., Ananyeva I.N., Kolomiets E.I. Bacteria of the genus *Bacillus* as biological control agents of potato plant pathogens. Nauchnye

dostizheniia biologii, himii, fiziki: sb. st. po mater. I mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Novosibirsk: SibAK, 2011. (In Russian).
 Zimoglyadova T.V., Zhadan V.V., Nakaznoi S.V. Effectiveness of biopreparation use on different varieties of winter wheat. Zashchita i karantin rastenii. 2009. N 11. P. 25–26. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 28–35

BIOLOGICAL GROUNDS FOR COMBINED USE OF ANTAGONISTIC MICROORGANISM AND CHITOSAN COMPOSITIONS IN PROTECTION OF SPRING SOFT WHEAT FROM ROOT ROT AND LEAF SPOTS

L.E. Kolesnikov¹, I.I. Novikova², E.V. Popova², N.S. Priyatkin³, Yu.R. Kolesnikova⁴

¹ Saint-Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia;

² All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia;

³ Agrophysical Research Institute, St. Petersburg, Russia;

⁴ N.I.Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia

The wheat vulnerability to disease agents remains a serious problem despite existence of the wide range of modern fungicides. The researches directed to development of new alternative and environmental-oriented methods of wheat protection are especially actual now. The data on biological preparations and chitosan compositions («Gamair, SP», «Vitaplan, G», «Chitosan I», «Chitosan II», complex: «Vitaplan, G» + «Chitosan II») impact assessment on the development of the root rot, brown rust, powdery mildew, and wheat leaf blotch are presented in the work. The most expressed complex action was revealed for the chitosan composition «Chitosan II» reducing the development intensity of the powdery mildew (by 60%), brown rust (74.3%) and wheat leaf blotch (46.8%) in comparison with the control. Addition of the biological preparation «Vitaplan» to the chitosan composition «Chitosan II» increased its protection efficiency from the helminthosporium root rot (by 60%). The wheat leaf blotch development intensity was reliably suppressed (by 66.9%) by the chitosan compositions («Chitosan I», «Chitosan II»), while the biopreparations «Gamair, SP», and «Vitaplan, G» were ineffective in the protection from the disease. The use of the biological preparation «Gamair, SP» led to decrease of the development intensity of the helminthosporium root rot (by 60%); however it did not exert a reliable impact on the development of the powdery mildew and brown rust. Prospects for the use of multifunctional preparations, i.e. chitosan compositions, from the powdery mildew, brown rust and wheat leaf blotch, and the complexes combining useful properties of strains of microorganisms – antagonists of phytopathogenes and the chitosan compositions, from the helminthosporium root rot was shown in the practice of plant protection from diseases.

Keywords: spring soft wheat; biopreparation; chitosan; root rot; leaf disease; brown rust; powdery mildew; wheat leaf blotch.

Сведения об авторах

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Петербургское шоссе, д. 2, 196601, Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
 *Колесников Леонид Евгеньевич. Зав. кафедрой, кандидат биологических наук, e-mail: kleon9@yandex.ru
 Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
 Новикова Ирина Игоревна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: irina_novikova@inbox.ru
 Попова Эльза Викторовна. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: elzavpopova@mail.ru
 Агрофизический научно-исследовательский институт, Гражданский пр., д. 14, 195220, Санкт-Петербург, Российская Федерация
 Прияткин Николай Сергеевич. Старший научный сотрудник, кандидат технических наук, e-mail: prini@mail.ru
 Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, ул. Большая Морская, д. 42–44, 190000, Санкт-Петербург, Российская Федерация
 Колесникова Юлия Рудольфовна. Научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: jusab@yandex.ru

Information about the authors

Saint-Petersburg State Agrarian University, Peterburgskoe shosse, 2, 196601, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
 *Kolesnikov Leonid Evgenievich. Head of Department, PhD in Biology, e-mail: kleon9@yandex.ru
 All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
 Novikova Irina Igorevna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: irina_novikova@inbox.ru
 Popova Elza Victorovna. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: elzavpopova@mail.ru
 Agrophysical Research Institute, Grazhdanskii prospect, 14, 195220, St. Petersburg, Russian Federation
 Priyatkin Nicolay Sergeevich. Senior Researcher, PhD in Technics, e-mail: prini@mail.ru
 N.I.Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Bolshaya Morskaya uliza, 42–44, 190000, St. Petersburg, Russian Federation
 Kolesnikova Yulia Rudolfovna. Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: jusab@yandex.ru

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

УДК: 632.51.635.13(470.23)

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСЕВОВ МОРКОВИ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. Лунева

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Обосновано формирование видового состава сорных растений в агроценозах посевов моркови, являющегося основой разработки стратегических направлений защиты этой культуры на территории двух агроклиматических районов Ленинградской области.

Ключевые слова: сорные растения, посеы моркови, поисковый прогноз.

Ленинградская область входит в десятку ключевых регионов по производству моркови. Территория посевных площадей моркови промышленного выращивания составила в 2014 г. 0,951 тыс. га, в 2015–0,7 тыс. га. Несмотря на то что за год производство моркови сократилось на 23,1% (10,7 тыс. тонн), Ленинградская область заняла третье место по валовым сборам моркови – 35,8 тыс. тонн, или 5%. Кроме того, Ленинградская область входит в число 11 регионов – доноров по моркови: объем производства превышает объем потребления на 34,4 тыс. тонн [Рынок..., 2016].

Проблема засоренности посевов (посадок) сельскохозяйственных культур в настоящее время чрезвычайно актуальна. Успех защитных мероприятий во многом определяется знанием видового состава сорных растений, формирующих агроценозы отдельных культур.

На основе эколого-географического подхода к распространению сорных растений [Лунева, Афонин, 2011] нами было обосновано формирование видового состава сорных растений (87 видов), стабильно регистрируемых в агроценозах на территории Ленинградской области из-за высоко-

го уровня соответствия условий тепло- и влагообеспеченности вторичных местообитаний требованиям этих видов к теплу и влаге [Лунева, Мыслик, 2013, 2013а]. Различия почвенно-климатических условий агроклиматических районов на территории области обусловили особенности распространенности видов сорных растений в пределах Ленинградской области, как на вторичных местообитаниях в целом [Лунева, Мыслик, 2013 б], так и на сеgetальных местообитаниях [Лунева, 2016]. Кроме того, нами [Лунева, Мыслик, 2016] с использованием эколого-географического метода был смоделирован и подтвержден комплекс видов сорных растений, стабильно произрастающий в агроценозах картофеля и овощных культур на территории Северо-Западного экономического региона (СЗР), включающий 39 видов сорных растений, которые составляют «ядро» формирования сорного компонента агроценозов картофеля и овощных культур.

Целью данного исследования является обоснование формирования видового состава сорных растений агроценозов посевов моркови в Ленинградской области.

Материалы и методы

Материалом для анализа послужили данные многолетних полевых обследований (1999–2015 гг.), осуществленных в агроценозах посевов моркови (74 поля) на территории Ленинградской области [Ерошина и др., 2004; Лунева и др., 2004, 2005] с использованием оригинальной методики описания агроценоза в период его полного формирования после проведения защитных мероприятий [Лунева, 2009]. Данные, хранящиеся в БД «Сорные растения во флоре России» [Лунева и др., 2011], были подготовлены для анализа с использованием оригинальной методики [Лунева, Лебедева, 2012]. Анализ проведен с использованием флористического метода, включающего составление общего списка видов сорных растений, формирование флористического

спектра [Шмидт, 1980; Толмачев, 1986]. Осуществлено распределение видов по классам постоянства присутствия [Казанцева, 1971] в соответствии со следующими параметрами: вид зарегистрирован на 1–20% местообитаний – I класс; на 21–40% местообитаний – II класс; на 41–60% местообитаний – III класс; на 61–80% местообитаний – IV класс; на 81–100% местообитаний – V класс. В данном анализе учитывается только присутствие-отсутствие вида, без учета его численности.

Названия таксонов приводятся по сводке П.Ф. Маевского [2014], в которой они представлены в соответствии с современной систематикой и требованиями ботанической номенклатуры.

Результаты и обсуждение

За все годы исследования в агроценозах посевов моркови было зарегистрировано 97 видов сорных растений из 26 семейств. В этот список вошли все виды выявленного ранее комплекса, произрастающего в агроценозах картофеля и овощных культур, кроме пупавки полевой (*Anthemis arvensis* L.), чрезвычайно редко встречающейся в настоящее время на территории применения СЗР. В соответствии с количеством полей, на которых был зарегистрирован тот или иной вид, виды распределились по классам постоянства присутствия. При этом виды, составляющие «ядро» формирования сорного компонента агроценозов в посадках картофеля и овощных культур распределились в агроценозах посевов моркови следующим образом.

На каждом поле, где возделывалась морковь (V класс

постоянства присутствия), была зарегистрирована марь белая *Chenopodium album* L.

В IV класс постоянства присутствия вошли 8 видов: пастушья сумка обыкновенная *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., звездчатка средняя *Stellaria media* (L.) Vill. s.l., пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski, горец щавелелистный *Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre, горец птичий *Polygonum aviculare* L. s. str., трехреберник непашучий *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), осот полевой *Sonchus arvensis* L., ромашка пахучая *Matricaria discoidea* DC.

К III классу постоянства присутствия относятся 5 видов: гречишка вьюнковая *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, подмаренник цепкий *Galium aparine* L., фиалка полевая

Viola arvensis Муггау, крестовник обыкновенный *Senecio vulgaris* L., подорожник большой *Plantago major* L.

Ко II классу постоянства присутствия относится 11 видов: торица полевая *Spergula arvensis* L., мята полевая *Mentha arvensis* L., чистец болотный *Stachys palustris* L., полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* L., желтушник лакфиольный *Erysimum chieranthoides* L., редька дикая *Raphanus raphanistrum* L., ярутка полевая *Thlaspi arvense* L., бодяк седой *Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch., череда трехраздельная *Bidens tripartita* L., жерушник болотный *Rorippa palustris* (L.) Bess., ежовник обыкновенный *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Кроме этих видов, входящих в «ядро» видов, формирующих агроценозы посадок картофеля и овощных культур в Ленинградской области, к этому классу постоянства в посевах моркови относится еще 4 вида: мятлик однолетний *Poa annua* L., одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg., горошек мы-

шинный *Vicia cracca* L., аистник обыкновенный *Erodium cicutarium* (L.) L. L'Herit.

Оставшиеся 13 видов «ядра» входят в состав I класса постоянства присутствия в агроценозах посевов моркови: горчица полевая *Sinapis arvensis* L., блитум сизый (марь сизая) *Blitum glaucum* (L.) W.D.J. Koch., пикульник красивый *Galeopsis speciosa* Mill., капуста полевая *Brassica campestris* L., яснотка пурпурная *Lamium purpureum* L., паслен черный *Solanum nigrum* L., сушеница топяная *Gnaphalium uliginosum* L., мать-и-мачеха обыкновенная *Tussilago farfara* L., вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L., хвощ полевой *Equisetum arvense* L., дымянка лекарственная *Fumaria officinalis* L., пикульник двунадрезанный *Galeopsis bifida* Boenner, щирица назадзапрокинутая *Amaranthus retroflexus* L.

Виды высоких классов постоянства присутствия (III–V) входят в ведущие семейства (первые 10 семейств) флористического спектра (табл.1).

Таблица 1. Флористический спектр и распределение видов сорных растений агроценозов моркови по классам постоянства присутствия. Ленинградская область (1999–2015 гг.)

Названия семейств	Видов в семействе	Распределение видов по классам постоянства				
		V	IV	III	II	I
<i>Compositae</i> Giseke, (<i>Asteraceae</i> Dumort.) – Сложноцветные	22		3	1	4	14
<i>Cruciferae</i> Juss., (<i>Brassicaceae</i> Burnett) – Крестоцветные	10		1		4	5
<i>Gramineae</i> Juss., (<i>Poaceae</i> (R. Br.) Barnh.) – Злаки	9		1		2	6
<i>Labiatae</i> Juss., (<i>Lamiaceae</i> Lindl.) – Губоцветные	7				2	5
<i>Polygonaceae</i> Juss. – Гречиховые	8		2	1		5
<i>Caryophyllaceae</i> Juss. – Гвоздичные	4		1		1	2
<i>Chenopodiaceae</i> Vent. – Маревые	4	1				3
<i>Rubiaceae</i> Juss. – Мареновые	4			1		3
<i>Leguminosae</i> Juss., (<i>Fabaceae</i> Lindl., <i>Papilionaceae</i> Giseke) – Бобовые	4				1	3
<i>Boraginaceae</i> Juss. – Бурачниковые	3					3
<i>Umbelliferae</i> Juss., (<i>Apiaceae</i> Lindl.) – Зонтичные	2					2
<i>Convolvulaceae</i> Juss. – Вьюнковые	2					2
<i>Ranunculaceae</i> Juss. – Лютиковые	2					2
<i>Urticaceae</i> Juss. – Крапивные	2					2
<i>Amaranthaceae</i> Juss. – Амарантовые	1					1
<i>Equisetaceae</i> Michx. ex DC. – Хвощовые	1					1
<i>Euphorbiaceae</i> Juss. – Молочайные	1					1
<i>Papaveraceae</i> Juss. (incl. <i>Fumariaceae</i> DC.) – Маковые	1					1
<i>Geraniaceae</i> Juss. – Гераниевые	1				1	
<i>Onagraceae</i> Juss. – Кипрейные, или Ослиинниковые	1					1
<i>Plantaginaceae</i> Juss. – Подорожниковые	1			1		
<i>Primulaceae</i> Vent. – Первоцветные	1					1
<i>Rosaceae</i> Adans. – Розоцветные	1					1
<i>Scrophulariaceae</i> Juss. – Норичниковые	1					1
<i>Solanaceae</i> Juss. – Пасленовые	1					1
<i>Violaceae</i> Batsch – Фиалковые	1			1		
26 семейств	95	1	8	5	15	66

Наибольшее количество видов (67) относится к первому классу постоянства присутствия. Из них чаще других (на 12.16–18.92% полей под посевами моркови) отмечались: блитум сизый (марь сизая), крапива жгучая *Urtica urens* L., хвощ полевой, яснотка пурпурная, лютик ползучий *Ranunculus repens* L., пикульник двунадрезанный, лапчатка гусиная *Potentilla anserina* L., лютик ползучий *Ranunculus repens* L., щирица назадзапрокинутая, паслен черный, тысячелистник обыкновенный.

В первую десятку видов первого класса постоянства присутствия входит щирица назадзапрокинутая – вид, являющийся обременительным сорным растением в южных регионах России, в настоящее время активно завоевывающий не только рудеральные, но и сегетальные место-

обитания на территории Ленинградской области. Такие же показатели встречаемости (13.52%) у известного южного сорного растения – паслена черного – вида, для которого на территории Ленинградской области проходит северная граница зоны основного распространения. К этому же классу относятся виды, также занесенные на территорию области из более южных регионов: мелкопестник канадский *Erigeron canadensis* L., просо сорное *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* (Kitagawa) Tzvelev, щетинник зеленый *Setaria viridis* (L.) Beauv. s.l., селящиеся в настоящее время на территории Ленинградской области, главным образом, на рудеральных местообитаниях и очень редко встречающиеся на полях.

Сравнение видового состава сорных растений агроценозов посевов моркови двух агроклиматических районов (II АКР – центральная часть ЛО и V-1 АКР – пригородные хозяйства), в которых, главным образом, сосредоточено возделывание моркови, показало, что общих для двух районов видов высоких классов постоянства встречаемости всего три: лепидотека душистая, трехреберник непахучий и осот полевой (табл. 2).

Наибольшее различие в составе агроценозов посевов моркови в двух сравниваемых районах обеспечивают виды, имеющие разницу в два класса постоянства присутствия. Это ежовник обыкновенный, череда трехраздельная, подмаренник цепкий, подорожник большой, мятлик однолетний, крестовник обыкновенный, горец птичий, с более высокими показателями встречаемости в агроклиматическом районе V-1. В агроклиматическом районе II на большом количестве полей зарегистрированы торица полевая, желтушник левкойный, чистец болотный.

Высокие показатели постоянства присутствия вида не свидетельствуют о его вредности: вид может быть зарегистрирован на каждом поле, но его вредность будет обусловлена показателями его численности в агроценозе. Анализ многолетних данных показал, что практически для всех видов высоких классов постоянства присутствия были отмечены высокие показатели встречаемости и проективного покрытия в агроценозах посевов моркови (табл. 3).

Исключение составляют гречишка вьюнковая, ромашка пахучая и торица полевая, отмеченные на всех полях посевов моркови в агроклиматическом районе II, но с низкими показателями встречаемости и проективного покрытия на каждом поле.

Таблица 2. Распределение видов высоких классов постоянства присутствия в агроценозах посевов моркови в двух агроклиматических районах. Ленинградская область. 1999–2015 гг.

Названия видов	Агроклиматические районы	
	II АКР	V-1 АКР
Виды одинаковых классов постоянства присутствия в V-1 и II АКР		
Ромашка пахучая	IV	IV
Осот полевой	IV	IV
Трехреберник непахучий	IV	IV
Виды более высоких классов постоянства присутствия в V-1 АКР		
Фиалка полевая	III	IV
Гречишка вьюнковая	III	IV
Звездчатка средняя	III	IV
Пастушья сумка обыкновенная	III	IV
Марь белая	IV	V
Ежовник обыкновенный	II	IV
Черда трехраздельная	II	IV
Подмаренник цепкий	II	IV
Подорожник большой	I	IV
Мятлик однолетний	I	IV
Крестовник обыкновенный	I	IV
Горец птичий	I	IV
Виды более высоких классов постоянства присутствия в II АКР		
Горец развесистый	V	IV
Пырей ползучий	V	IV
Торица полевая	IV	I
Редька дикая	III	II
Мята полевая	III	II
Бодяк седой	III	II
Желтушник лакфиольный	III	I
Чистец болотный	III	I

Таблица 3. Показатели численности видов сорных растений, относящихся к высоким классам постоянства присутствия в агроценозах моркови, в сравниваемых агроклиматических районах. Ленинградская область. 1999–2015 гг.

Агроклиматический район II				Агроклиматический район V-1			
Названия видов	%	В	ПП	Названия видов	%	В	ПП
Виды III класса постоянства встречаемости							
Фиалка полевая	13.33	85.00	2.88	Фиалка полевая	8	59.73	3.03
Редька дикая	6.67	30.00	2.00	Ежовник обыкновенный	12	74.75	9.6
Мята полевая	26.67	55.00	8.00	Черда трехраздельная	4	50	1.73
Бодяк седой	33.33	60.00	9.9	Подмаренник цепкий	19	61.56	2.58
Желтушник лакфиольный	6.67	100.00	2.30	Подорожник большой	6	41.67	1.46
Звездчатка средняя	13.33	60.00	1.35	Мятлик однолетний	4	60	1.35
Пастушья сумка обыкновенная	13.33	45.00	2.5	Гречишка вьюнковая	4	15	2.75
Чистец болотный	20	42.65	7.37	Осот полевой	16	47.12	5.53
Гречишка вьюнковая	100	16.62	0.39	Крестовник обыкновенный	10	49.6	2.16
Виды IV класса постоянства встречаемости							
Осот полевой	26.67	58.75	7.68	Звездчатка средняя	28	66.79	3.03
Трехреберник непахучий	20	51.41	3.1	Ромашка пахучая	12	63	2.37
Марь белая	40	72.18	3.1	Горец развесистый	16	52.83	4.08
Ромашка пахучая	100	14.3	0.22	Пастушья сумка обыкновенная	16	51.88	1.66
Торица полевая	100	12.75	0.24	Трехреберник непахучий	12	26.4	1.41
Виды V класса постоянства встречаемости							
Пырей ползучий	33.33	55.85	2.72	Марь белая	34	62.73	2.51
Горец развесистый	33.33	46.15	3.19				

Условные обозначения: % - процент полей с высокими показателями численности вида;

В - среднее значение показателей встречаемости вида в одном агроценозе (%);

ПП - среднее значение показателей проективного покрытия вида в одном агроценозе.

Заключение

Особенностью мониторинговых исследований в защите растений является выявление тенденций или закономерностей не на заранее обусловленной базе экспериментальных данных, а на основе многолетних и обширных полевых обследований. Мониторинг видового состава сорных растений в Ленинградской области осуществлялся в течение 17 лет, в том числе в агроценозах посевов моркови в общей сложности на 74 полях. Обследования пришлось на так называемый постперестроечный период, характеризующийся в Ленинградской области тенденциями восстановления уровня возделывания сельскохозяйственных культур, снизившегося в последнее десятилетие прошлого века. На всех обследованных полях проводились должные агротехнические мероприятия и осуществлялась химическая защита от сорных растений.

На протяжении всех лет на обследованных полях регулярно регистрировался комплекс видов сорных растений. Вероятность присутствия этих видов на территории Ленинградской области в ближайшем будущем обусловлена соответствием уровня тепло- и влагообеспеченности области уровню требований этих видов к теплу и влаге. При этом важно, чтобы уровень тепло- и влагообеспеченности области не изменился в течение 5-и лет, что обуславливает

долгосрочный прогноз распространения этих видов на изучаемой территории (смена тенденций в развитии природных систем происходит за время от 200 лет) [Методы..., 2014].

Вероятность участия вышеназванных видов в формировании сорного компонента агроценозов посевов моркови в ближайшем будущем обусловлена фактом засоренности посевов моркови этими видами на протяжении всех лет обследования. Доля участия каждого вида в формировании засоренности обусловлена выявленной тенденцией распределения видов по классам постоянства присутствия. При условии сохранения уровня технологии возделывания этой культуры и защитных мероприятий на её посевах, вероятно сохранение показателей численности видов сорных растений.

Полученные результаты дают возможность разрабатывать стратегические направления защиты посевов моркови от вредного воздействия сорных растений на региональном и АКР-уровне. При этом роль ежегодного мониторинга посевов, не только способствующего разработке краткосрочного прогноза формирования засоренности на каждом отдельном поле, но и позволяющего отследить многолетние тенденции – только усиливается.

Библиографический список (References)

- Ерошина Ю.В., Лулева Н.Н., Доронина А.Ю. Видовой состав сорных растений в посевах моркови на территории Ленинградской области. Материалы 8-ой молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге (17–21 мая 2004 года). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий. 2004. с. 210.
- Казанцева А.С. Основные агрофитоценозы предкамских районов ТАССР // Вопросы агрофитоценологии. Казань. 1971. С. 10–74.
- Лулева Н.Н. Технологичные методы учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах. Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. Санкт-Петербург: ВИЗР. 2009. С. 39–56.
- Лулева Н.Н. Особенности распространенности сорных растений в агроценозах агроклиматических районов Ленинградской области // Вестник защиты растений. 2016. N4. С. 76–81.
- Лулева Н.Н., Афонин А.Н. Возможности использования ГИС-технологий для решения задач фитосанитарного мониторинга в отношении сорных растений / Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6–8 декабря 2011 г Санкт-Петербург: ВИР. 2011. С. 187–193.
- Лулева Н.Н., Доронина А.Ю., Ерошина Ю.В. Видовой состав сорных растений в посевах моркови на территории Ленинградской области. // Вестник защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин: ВИЗР. 2004. N2. С. 57–61.
- Лулева Н.Н., Мыслик Е.Н. Эколого-географическое обоснование видового состава сорных растений Ленинградской области. Третий Всероссийский съезд по защите растений (16–20 декабря 2013 г., Санкт-Петербург). Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы съезда в трех томах. Санкт-Петербург, Пушкин: ВИЗР. 2013. Т. 2. С. 295–298.
- Лулева Н.Н., Мыслик Е.Н. Оценка требовательности сорного элемента флоры Ленинградской области к условиям тепло- и влагообеспеченности // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения и памяти проф. С.А. Лапшина. Саранск, 18–19 апр. 2013 г.: в 2 ч. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2013а. Ч. 2. С. 167–172.
- Лулева Н.Н., Мыслик Е.Н. Видовые комплексы сорных растений агроклиматических районов Ленинградской области. Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сб. научных трудов СПб ГАУ. Санкт-Петербург. 2013б. С. 68–71.
- Лулева Н.Н., Мыслик Е.Н. Модель видового состава сорняков Северо-Запада РФ // Картофель и овощи 2016. N 9. С.32–35.
- Лулева Н.Н., Надточий И.Н., Соколова Т.Д., Доронина А.Ю. Видовой состав сеgetальных сорных растений Ленинградской области. Второй Всероссийский съезд по защите растений. Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы съезда. Том 1. Санкт-Петербург. 2005. С. 337–340.
- Лулева Н.Н., Лебедева, Е.Н. Мыслик, Е.В. Филиппова. Изучение сорных растений с использованием БД и ИПС «Сорные растения во флоре России». Первая международная научная конференция. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции. Санкт-Петербург: 6–8 декабря 2011 г. Санкт-Петербург: ВИР. 2011. С. 193–199.
- Лулева Н.Н., Лебедева Е.Г. Методическое пособие по работе с базой данных «Сорные растения во флоре России» // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза. Санкт-Петербург: ВИЗР. 2012. С. 98–116.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
- Методы прогнозирования в биологии. [Электронный ресурс]: Студопедия. 2014. URL: http://studopedia.ru/3_85281_metodi-prognozirovaniya-v-biologii.html (Дата обращения 21.03.2017).
- Рынок моркови в 2016 году – ключевые тенденции. [Электронный ресурс]: Экспертно-аналитический центр агробизнеса. URL: <http://ab-centre.ru/uploads/news/files/rossiyskiy-rynok-morkovi-v-2001-2014-gg-yanvare-aprele-2015-goda.pdf> (Дата обращения 21.03.2017).
- Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск, 1986. 195 с.
- Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Наука, 1980. 176 с.

Translation of Russian References

- Eroshina V., Luneva N.N., Doronina A.Yu. Species composition of weeds in crops of carrots on the territory of the Leningrad region. Materials of 8th conference of young botanists in Saint-Petersburg (17–21 May 2004). St.-Petersburg: Sanktpeterburgskiy gosudarstvennyi universitet promyshlennykh tekhnologii, 2004, p. 210. (In Russian).
- Forecasting methods in biology. [Electronic resource]: 2014. URL: http://studopedia.ru/3_85281_metodi-prognozirovaniya-v-biologii.html (accessed 21.03.2017). (In Russian).
- Kazantseva A.S. Basic agrophytocoenoses of Cis-Kama areas of Tatarstan. Voprosy agrobiotsenologii. Kazan, 1971. P. 10–74. (In Russian).

- Luneva N.N. Features of the prevalence of weeds in agrocenoses of the agro-climatic districts of the Leningrad region. Vestnik zashchity rasteniy. St.-Petersburg, Pushkin: VIZR. 2016. N 4. P. 76–81. (In Russian).
- Luneva N.N. Technological methods for inventory and monitoring of weeds in agroecosystems. In: Vysokoproizvoditelnye i vysokotochnye tekhnologii i metody fitosanitarnogo monitoringa. St.-Petersburg, Pushkin: VIZR, 2009. P. 39–56. (In Russian).
- Luneva N.N., Afonin A.N. The possibility of using GIS-technologies for solving problems of phytosanitary monitoring in relation to weeds. In: Sornye rasteniya v izmenyayushchemsya mire: aktual'nye voprosy izucheniya raznoobraziya, proiskhozhdeniya, evolyutsii: materialy I Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Sankt-Peterburg, 6–8 dekabrya 2011. St.-Petersburg: VIR. 2011. P. 187–193. (In Russian).
- Luneva N.N., Doronina A.Yu., Eroshina V. Species composition of weeds in crops of carrots on the territory of the Leningrad region. Vestnik zashchity rasteniy. 2004. N 2. P. 57–61. (In Russian).
- Luneva N.N., Lebedeva E.G. Methodological guide for work with the database «Weed plants in flora of Russia». In: Metody fitosanitarnogo monitoringa i prognoza. St. Petersburg: VIZR. 2012. P. 98–116. (In Russian).
- Luneva N.N., Lebedeva E.G., Mysnik E.N., Filippova E.V. Study of weed plants using the database of IPS and «Weed plants in flora of Russia». In: Pervaya mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya. Sornye rasteniya v izmenyayushchemsya mire: aktual'nye voprosy izucheniya raznoobraziya, proiskhozhdeniya, evolyutsii. Sankt-Peterburg. 6–8 dekabrya 2011. St. Petersburg: VIR. 2011. P. 193–199. (In Russian).
- Luneva N.N., Mysnik E. N. Modeling species composition of weeds in North-West of Russia. Kartofel i ovoshchi. 2016. N 9. P. 32–35. (In Russian).
- Luneva N.N., Mysnik E.N. Assessment of demands of weed element of the flora of the Leningrad region to the conditions of heat and humidity. In: Resursosbergayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii. Materialy IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu so dnya rozhdeniya i pamyati prof. S.A. Lapshina. Saransk, 18–19 apr. 2013 g.: v 2 ch. Saransk: Izdatelstvo Mordovskogo Universiteta, 2013a. Part 2. P. 167–172. (In Russian).
- Luneva N.N., Mysnik E.N. Ecological-geographical substantiation of the species composition of weed plants of Leningrad region. In: Tretii Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii (16–20 dekabrya 2013 g., Sankt-Peterburg). Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem: materialy s'ezda v trekh tomakh. 2013. V. 2. P. 295–298. (In Russian).
- Luneva N.N., Mysnik E.N. Species complexes of weeds in agro-climatic districts of the Leningrad region. In: Sbornik nauchnykh trudov SPb GAU. Saint Petersburg, 2013b. P. 68–71. (In Russian).
- Luneva N.N., Nadochiy I.N., Sokolova T.D., Doronina A.Yu. Species composition of segetal weed plants of Leningrad region. In: Vtoroi Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii. Sankt-Peterburg, 5–10 dekabrya 2005. Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem. Materialy s'ezda. V. 1. St.-Petersburg, Pushkin: VIZR. 2005. P. 337–340. (In Russian).
- Maevskii P.F. Flora of middle belt of the European part of Russia. 11th ed. Moscow: KMK, 2014. 635 p. (In Russian).
- Schmidt V.M. Statistical methods in comparative Floristics. Leningrad: Nauka, 1980. 176 p. (In Russian).
- The carrot market to 2016 – key trends. [Electronic resource]: Expert-analytical center of agribusiness. URL: <http://ab-centre.ru/uploads/news/files/rossiyskiy-rynok-morkovi-v-2001–2014-gg-yanvare-aprele-2015-goda.pdf> (accessed 21.03.2017). (In Russian).
- Tolmachev A.I. Methods of comparative floristics and problems of florogenesis. Novosibirsk, 1986. 195 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 36–40

FORMATION OF WEED SPECIES COMPOSITION ON THE EXAMPLE OF CARROT CROP AGROCOENOSES IN THE LENINGRAD REGION

N.N. Luneva

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

A short-term forecast of weed species distribution in the carrot crop agrocenoses is proposed, being a basis for the development of strategic directions of this culture protection on the territory of two agroclimatic areas of the Leningrad Region.

Keywords: weed plant; crops; carrot, search forecast.

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Лунева Наталья Николаевна. Ведущий научный сотрудник, зав. сектором, кандидат биол. наук, e-mail: natalja.luneva2010@yandex.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Luneva Nataliya Nikolaevna. Leading Researcher, Head of Sector, PhD in Biology, e-mail: natalja.luneva2010@yandex.ru

УДК 633.13:632.937

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПЕСТИЦИДА БАКТАВЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ОВСА ОТ БОЛЕЗНЕЙ

А.Г. Власов¹, В.Н. Купцов² С.П. Халецкий¹, Э.И. Коломиец²

¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино;

²ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Минск

Представлены результаты исследований по изучению эффективности применения бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-760Д (основа Биопестицида Бактавен, Ж) в защите овса от фитопатогенов. В процессе работы в лабораторных условиях использовались микробиологические и фитопатологические методы исследования, а при оценке биологической и хозяйственной эффективности биопестицида Бактавен в полевых условиях – методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Лабораторными исследованиями установлено, что штамм БИМ В-760Д хорошо адаптирован к почвенным условиям, а также способен сохранять жизнеспособность в филоплане овса на протяжении 16 суток. Испытания препарата Бактавен, Ж в полевых условиях показали, что обработка семян овса (3.0 л/т) на начальном этапе роста и развития растений уменьшала пораженность всходов краснобурой пятнистостью листьев на 14.4% и снижала развитие корневых гнилей в фазе кушения на 38.9%. Последующее применение биопестицида Бактавен в фазе появления флагового листа (6.0 л/га) уменьшало развитие красно-бурой

пятнистости листьев в фазе выметывания на 30.9%. Применение этого препарата способствовало сохранению 3.5 ц/га или 6.4% урожайности зерна овса.

Ключевые слова: овес, *Bacillus subtilis*, биопрепарат, биопестицид, фитопатогены, болезни, корневые гнили, красно-бурая пятнистость листьев, урожайность.

Овес возделывается человеком с древних веков и по сегодняшний день как ценная кормовая и продовольственная культура выращивается в большинстве стран мира. Несмотря на сокращение практически в четыре раза мировых посевных площадей под овсом с середины прошлого века он продолжает оставаться одной из востребованных культур. Всего в мире засеивается 9.6 млн. га с валовым сбором в 22.7 млн. тонн. Основные площади овса приходятся на Российскую Федерацию (3.1 млн.га), Канаду (0.9 млн.га), Австралию (0.7 млн.га), Польшу (0.47 млн.га), Испанию (0.43 млн.га) и США (0.42 млн.га). Республика Беларусь по данному показателю (0.15 млн.га) входит в двадцатку стран производителей этой культуры.

В последние десятилетия овес наряду с использованием в качестве кормовой культуры широко популяризируется как источник диетического и функционального питания. Слова «овес» и «здоровье» становятся словами синонимами. В то же время повышенное внимание к производству таких продуктов обуславливает использование экологических технологий возделывания, одним из ключевых элементов которых является применение биопрепаратов.

Мировой опыт применения биологических препаратов показывает их достаточную эффективность против фитопатогенов. Особая роль в защите отводится поддержанию ризосферы, а в последующем и филлопланы растений в здоровом состоянии. Привлекательно в этом отношении выглядит использование бактерий *Bacillus subtilis*. На коммерческой основе препараты штаммов этих микроорга-

низмов появились в 1985 году в США, а в последующем в странах Европы. На территории СНГ *B. subtilis* используется в таких препаратах как Бактофит (изготовитель фирма Август, разработан в Государственном научно-исследовательском институте прикладной микробиологии Российской Федерации), Фитоспорин-М (БашИнком, Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины), Алирин Б и Алирин С (ЗАО «Агробиотехнология» и ООО «Агрополимер»), Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений), Фрутин, Фитопротектин, Бетапротектин, Ксантрел (Институт микробиологии НАН Беларуси, РУП «Институт защиты растений», ГГАУ). Препараты на основе бактерий *B. subtilis* используются для контроля болезней зерновых, пропашных, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур [Новикова и др., 2003; Смирнов и др., 1997; Кузьмина, Мелентьев, 2001; Галкина и др., 1997; Коломиец и др., 2008; Купцов и др., 2007; Коломиец и др., 2006; Ryder et al., 1994; Stewart, 2001].

В виду того, что проявление фитопротекторных свойств бактерий *B. subtilis* на разных сельскохозяйственных растениях имеет свои особенности, нами исследовалась возможность применения данных микроорганизмов на посевах овса с целью снижения пестицидной нагрузки и экологизации технологии возделывания этой культуры. В этой связи в Институте микробиологии НАН Беларуси был отобран в лабораторных условиях и изучен в полевых опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» штамм бактерий *B. subtilis* БИМ В-760Д.

Материалы и методика исследований

В работе использовался штамм бактерий-антагонистов *Bacillus subtilis* БИМ В-760Д, основа биопестицида «Бактавен», Ж, выделенный в лаборатории средств биологического контроля Института микробиологии НАН Беларуси.

Основными тест-объектами для оценки фитозащитного действия биопестицида Бактавен служили фитопатогенные грибы родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Pyrenophora* – возбудители болезней овса, полученные из Коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси.

Влияние химических протравителей на жизнеспособность бактерий оценивали методом лунок на агаризованной среде 1 с бульоном Хоттингера [Сэги, 1983]. Результаты учитывали после 24 ч инкубации при температуре 28 °С по диаметру зон задержки роста тест-культуры.

С целью изучения действия препарата на развитие корневой гнили овса готовили спорую суспензию гриба *Fusarium culmorum* в концентрации $1 \cdot 10^6$ спор/мл, которую разводили водой в 10 раз и вносили в сухую почву в соотношении 1:8.33. Тщательно перемешивали почву со споровой суспензией, раскладывали в сосуды (пластиковые) и высевали семена овса. Учет поражения корневой гнилью проводили через 2 недели по количеству пораженных всходов. Перед посевом семена овса обрабатывали Бактавеном в концентрации 10%, 20%, 30%. С целью изучения действия препарата на развитие красно-бурой пятнистости овса готовили спорую суспензию гриба *Pyrenophora avenae* в концентрации $1 \cdot 10^6$ спор/мл и опрыскивали всходы овса на стадии 4-х листьев, предварительно обработанные Бактавеном в концентрации 1.3%, 2.0%, 5.0%. Обработанные растения овса выдерживали в пластиковых пакетах в течение 3-х суток при

комнатной температуре, после чего выращивали в течение последующих 4-х суток и проводили учет поражения по развитию болезни.

Оценку биологической и хозяйственной эффективности биопестицида Бактавен на овсе проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2014–2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылевато-песчаном суглинке, подстилаемая с глубины 1.0 м песком (рН (в KCL) – 5.8–6.3, подвижные формы P_2O_5 – 230–340 мг/кг, K_2O – 230–330 мг/кг почвы, гумус – 2.0–2.4%). Предшественник – озимая рожь. Норма высева овса сорта Лидия 5.0 млн. всхожих зерен на гектар. Площадь учетной делянки 25 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Минеральные удобрения Р80 (двойной суперфосфат) и К120 (хлористый калий) вносили с осени под вспашку, N90 (карбамид) весной под предпосевную культивацию. Обработка семян перед посевом проводилась Биопестицидом Бактавен, Ж (3.0 л/т), в качестве эталона использовался химический протравитель Иншур перформ, КС (0.5 л/т). Применение Биопестицида Бактавен, Ж (6.0 л/га) во время вегетации проводилось в фазе появления флагового листа овса (ДК 37–39) на фоне обработки семян этим препаратом, расход рабочей жидкости 300 л/га. В качестве эталона для биопрепарата использовался фунгицид Рекс дуо, КС (0.6 л/га). Учеты болезней проводили согласно методическим указаниям при регистрации протравителей и фунгицидов [Буга, 2007]. Уборку овса осуществляли прямым комбайнированием с последующим пересчетом урожайности на 100% чистоту и 14% влажность зерна.

Результаты исследований и их обсуждение

В модельных опытах в вегетационных сосудах проведена оценка фитозащитного действия препарата Бактавен в отношении фузариозной корневой гнили и красно-бурой пятнистости листьев овса. Установлено, что при обработ-

ке семян биопрепаратом (концентрация рабочего раствора 30.0%, норма расхода препарата 3.0 л/т семян) количество пораженных корневой гнилью двухнедельных всходов снижается на 14.0% в сравнении с контролем (табл. 1).

Таблица 1. Влияние биоpestицида Бактавен на поражение всходов корневой гнилью и на развитие красно-бурой пятнистости листьев овса

фаза всходы (ДК 10–13)		фаза флагового листа (ДК 37–39)	
Концентрация рабочего раствора, %	Пораженных всходов, %	Концентрация рабочего раствора, %	Развитие красно-бурой пятнистости, %
Контроль (без обработки)	50.0	Контроль (без обработки)	40.0
10.0	43.5	1.3	20.0
20.0	39.5	2.0	16.0
30.0	36.0	5.0	10.0

Обработка вегетирующих растений препаратом Бактавен при концентрациях рабочей жидкости 1.3%, 2.0% и 5.0% снижала развитие возбудителя красно-бурой пятнистости на 20.0%, 24.0% и 30.0% соответственно. При проведении фитозащитной экспертизы инфицированных семян овса методом рулонного проращивания установлено, что применение препарата Бактавен при норме расхода 3.0 л/т семян обеспечивает снижение зараженности семян фузариозом на 20% и гелиминтоспориозом – на 60%. Полученные данные согласуются с результатами шведских исследователей, предложивших использовать бактериальный препарат для снижения количества инфицированных растений овса, выросших из инфицированных семян [Gerhardson et al., 1999].

Для оценки возможности использования биопрепарата Бактавен в интегрированной системе защиты овса от болезней, изучалась выживаемость бактерий *B. subtilis* БИМ В-760 Д в присутствии химических протравителей. Выявлено, что исследуемые бактерии устойчивы к химическим протравителям Иншур перформ, Премис двести и Винцит. Вместе с тем отмечено ингибирование роста бактерий в присутствии химических препаратов Ламадор и Баритон, которые не рекомендуется применять совместно с микробным препаратом Бактавен (табл. 2).

Таблица 2. Влияние химических протравителей на жизнеспособность бактерий *B. subtilis* БИМ В-760 Д

Протравитель	Зона задержки роста бактериальной культуры, мм
Иншур перформ, КС 0.5 л/т	0
Премис двести, КС 0.19 л/т	0
Баритон, КС 1.5 л/т	12±0.1
Ламадор, КС 0.15 л/т	18±0.3
Винцит, КС 2.0 л/т	0

Пролонгированность действия биоpestицида Бактавен оценивали в лабораторных условиях по приживаемости и сохранности бактерий-антагонистов в ризосфере и филлоплане растений овса. В ходе исследований установлено, что бактерии *B. subtilis* БИМ В-760 Д обладают хорошей адаптированностью к почвенным условиям, их титр существенно не изменялся на протяжении 30-ти дней наблюдений, снижаясь на 20% лишь к 50 суткам (табл. 3).

В опытах с вегетирующими растениями выявлено, что численность КОЕ бактерий *B. subtilis*, содержащихся в ризосфере овса на стадии 4-х листьев, составила $1.7 \cdot 10^7$ /г,

Таблица 3. Оценка жизнеспособности бактерий-антагонистов *B. subtilis* БИМ В-760 Д, интродуцированных в почву и филлоплану растений овса

в почве		в филлоплане	
Время учета, сут.	КОЕ в 1 г почвы	Время учета, сут.	КОЕ на 1 см ² поверхности флагового листа
0	$7.5 \cdot 10^6$	0	$1.4 \cdot 10^4$
10	$6.8 \cdot 10^6$	9	$3.7 \cdot 10^4$
20	$8.2 \cdot 10^6$	16	$1.4 \cdot 10^4$
30	$7.6 \cdot 10^6$	25	$1.8 \cdot 10^3$
40	$6.7 \cdot 10^6$	35	$2.2 \cdot 10^2$
50	$6.0 \cdot 10^6$		

тогда как в почве, свободной от корней, титр антагониста был в 1.9 раза меньше, что свидетельствует о способности бактерий колонизировать корни. Следует отметить, что бактерии *B. subtilis* БИМ В-760Д сохраняют жизнеспособность и в филлоплане овса, но только на протяжении 16 суток, после чего их численность резко падает (табл. 3).

Биологическую и хозяйственную эффективность биоpestицида Бактавен оценивали в полевых условиях. Анализ используемых при проведении исследований семян, выявил, что семенной материал был инфицирован в основном грибами рода *Alternaria* (81.7–100.0%), *Fusarium* (0.8–13.5%). Признаки поражения семян *Bipolaris* (19.2%) выявлены только в семенах урожая 2014 года. В период проведения исследований на посевах овса диагностировали преобладающее поражение фузариозной корневой гнилью (*Fusarium* spp. L.), отмечалось наличие гелиминтоспориозной корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana* Shoemaker).

Распространенность корневых гнилей овса в контрольном варианте нарастала с фазы кушения (ДК 20–21), где она в зависимости от года варьировала от 41.0 до 53.3%. К фазе выхода в трубку (ДК 30–31) значение этого показателя достигало 43.1 и 66.7%. Применение препарата Бактавен при обработке семян снижало распространённость в среднем за 2 года до 26.0% в стадии ДК 20–21 и до 33.4% в стадии ДК 30–31. В тоже время при использовании химического протравителя Иншур перформ, КС (0.5 л/т) значение этого показателя уменьшалось до 18.7% и 30.3% соответственно. Обработка семян овса комплексом протравитель и биопрепарат уменьшало распространённость корневых гнилей в посевах до 15.6 и 30.9% (табл. 4).

Биологическая эффективность применения биопрепарата Бактавен в среднем за 2 года против корневых гнилей овса в стадии ДК 20–21 и ДК 30–31 составляла 38.9% и

Таблица 4. Биологическая эффективность Бактавена против корневых гнилей овса

Вариант	ДК 20-21			ДК 30-31		
	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Распространенность, %	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Распространенность, %
наличие корневых гнилей в 2014 ¹ и 2015 ² гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	16.7 ¹ 10.3 ²	-	53.3 41.0	23.3 13.3	-	66.7 43.1
среднее за 2014–2015 гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	13.5	-	47.2	18.3	-	54.9
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37-39)	8.3	38.9	26.0	10.0	45.4	33.4
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37-39)	3.9	71.1	15.6	9.4	48.6	30.9
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	4.7	65.6	18.7	9.2	49.7	30.3
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37-39)	5.1	62.2	16.0	7.7	57.9	26.9

45.4%. Эффективность химического протравителя семян Иншур перформ была выше и достигала 65.6% и 49.7%. Следует отметить, что наибольшая биологическая эффективность против корневых гнилей (71.1%) была при совместном использовании Бактавена и Иншур перформа на начальных этапах развития растений овса ДК 20–21, в дальнейшем биологическая эффективность снижалась.

Степень развития и распространенности корневых гнилей в посевах овса зависела от погодных условий. В связи с этим развитие всех болезней в 2014 г. (ГТК 1.43) носило умеренный характер с переходом в депрессивное состояние, а в 2015 г. (ГТК 0.86) непосредственно депрессивное. Так, значения этих показателей к фазе кушения в

контрольном варианте в 2014 г. составило 16.7% и 53.3%, а в 2015 г. – 10.3% и 41.0% соответственно.

Растения овса в зависимости от погодных условий в период вегетации в разной степени поражались красно-бурой пятнистостью листьев (*Pyrenophora avenae* S. Ito & Kurib). В фазе всходов (ДК 10–13) развитие болезни в 2014 г. составляло 18.4%, в 2015 г. – 1.0%. Было отмечено положительное воздействие всех препаратов по обработке семян на снижение развития данного заболевания на всходах культуры. В среднем за два года исследований биологическая эффективность биоpestицида Бактавен составила 14.4%, а химического протравителя 22.2% (табл. 5).

Таблица 5. Биологическая эффективность применения Бактавена против красно-бурой пятнистости листьев овса

Вариант	ДК 10–13		ДК 55–59		ДК 61–65	
	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Развитие, %	Биол. эффективность, %
наличие красно-бурой пятнистости листьев в 2014 ¹ и 2015 ² гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	18.4 ¹ 1.0 ²	-	20.6 6.3	-	28.6 12.7	-
среднее за 2014–2015 гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	9.7	-	13.5	-	20.7	-
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	8.3	14.4	9.3	30.9	16.5	20.1
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3 л/т (ДК 00) + Бактавен 6 л/га (ДК 37–39)	7.7	20.6	8.6	36.4	14.0	32.4
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	7.6	22.2	11.3	16.0	17.6	15.0
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37–39)	7.8	20.1	3.4	74.7	6.4	69.0

На момент применения в стадии ДК 37–39 биоpestицида Бактавен и фунгицида Рекс дуо развитие красно-бурой пятнистости листьев овса в посевах составляло 1.0–4.9%. Биологическая эффективность фунгицида в фазе выметывания была равна 74.7%, а биоpestицида Бактавен – 30.9%. На фоне обработки семян биоpestицидом и химическим протравителем применение биоpestицида Бактавен в период вегетации было более эффективно (36.4%), чем на фоне обработки семян только биоpestицидом.

Применение биоpestицида Бактавен при обработке семян овса (3.0 л/т) и в последующем в фазе появления флагового листа (6.0 л/га) способствовало достоверному сохранению урожайности овса от 3.0 до 4.0 ц/га, в среднем за 2 года исследований – 3.5 ц/га или 6.4%. Протравлива-

ние семян препаратом Иншур перформ, КС (0.5 л/т) повышало урожайность на 4.0 ц/га (7.4%). Обработка семенного материала Бактавен (3.0 л/т) и Иншур перформом (0.5 л/т) на фоне защиты листьев биоpestицидом (6.0 л/га) позволило повысить урожайность в среднем на 4.8 ц/га или 8.7% (табл. 6).

Анализ биометрических показателей растений свидетельствует о том, что в среднем за 2 года под влиянием биоpestицида на основе штамма *B. subtilis* (Бактавен 3.0 л/т, ДК 00 + Бактавен 6.0 л/га, ДК 37–39) все они увеличивались: количество растений на 3.3 шт. и продуктивных стеблей на 7.5 шт. на м², число зерен в метелке на 2.2 шт., масса 1000 зерен на 1.5 г.

Таблица 6. Влияние биопрепаратов и химических пестицидов на биометрические показатели и урожайность овса

Вариант	Число растений на 1 м ²	Число продукт. стеблей на 1 м ²	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га %	
показатели урожайности в 2014 ¹ и 2015 ² гг.							
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	340.1 ¹ 364.3 ²	369.3 382.3	56.2 66.8	33.6 33.0	60.3 48.3	–	–
среднее за 2014–2015 гг.							
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	352.2	375.8	61.5	33.3	54.3	–	–
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	355.5	383.3	63.7	34.8	57.8	3.5	6.4
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	355.2	389.4	66.2	34.8	59.1	4.8	8.7
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	355.4	389.1	67.0	34.4	58.3	4.0	7.4
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37–39)	358.2	384.2	70.4	36.9	61.6	7.3	13.4
НСР ₀₅					2.4–3.1		

Заключение

Обработка семян овса биопестицидом Бактавен, Ж (3.0 л/т) способствовала уменьшению пораженности всходов красно-бурой пятнистостью листьев на начальном этапе роста и развития растений на 14.4%, а также снижала развитие корневых гнилей в фазе кушения на 38.9%. Внешение препарата (6.0 л/га) в фазе появления флагового листа (ДК 37–39) снижало развитие красно-бурой пятнистости в фазе выметывания на 30.9%. В совокупности была достигнута прибавка урожайности зерна 3.5 ц/га (6.4%), что позволяет рекомендовать использование разработанного биопрепарата в системе защиты овса от болезней с целью снижения пестицидной нагрузки и получения экологически чистого зерна.

Вместе с тем следует учитывать, что применение агрохимикатов (Иншур перформ, КС (0.5 л/т) ДК 00 и Рекс дуо, КС (0.6 л/га) ДК 37–39) позволяет сохранить до 13.4% урожайности зерна (7.3 ц/га). В целях экологизации

сельскохозяйственного производства наиболее предпочтительной представляется интегрированная система защиты овса, включающая обработку семенного материала Бактавеном (3.0 л/т) и Иншур перформом (0.5 л/т) на фоне защиты листьев биопестицидом (6.0 л/га), что повышает урожайность в среднем на 4.8 ц/га или 8.7%.

В Институте микробиологии НАН Беларуси разработаны и утверждены технические условия ТУ ВУ 100289066.123-2015 на биопестицид «Бактавен» и опытно-промышленный регламент на его получение. Разработаны методические рекомендации по применению Бактавена для защиты овса от комплекса болезней. Биопестицид «Бактавен» внесен в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (гос. регистрация № 06-0093).

Библиографический список (References)

- Биологическая эффективность новых микробиологических препаратов алиринов Б и С для защиты растений от болезней в разных природно-климатических зонах. II. Биологическая эффективность алиринов в отношении болезней зерновых, плодовых, ягодных, цветочных культур и винограда / И.И. Новикова [и др.] // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 1. С. 99–103.
- Биопрепарат Фитоспорин для защиты растений от болезней / Патент России № 2099947. 1997. Бюл. N 36. / Смирнов В.В., Сорокулова И.Б., Бережницкая Т.Г. [и др.].
- Кузьмина, Л. Ю. Эффективность совместного применения биопрепарата на основе бактерий рода *Bacillus* с химическими фунгицидами на посевах яровой пшеницы / Л. Ю. Кузьмина, А.И. Мелентьев // Сельскохозяйственная биотехнология: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 3–6 декабря 2001 г. / НАН Беларуси, Бел. гос. с.-х. акад. Горки, 2001. С. 218–220.
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве/ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Ин-т защиты растений; под ред. С.Ф.Буга. Несвиж, 2007. С. 64–91.
- Препарат для защиты растений от болезней / Патент России № 2093031. 1997. Бюл. N 29. / Галкина Н.Н., Лиховидов В.Е., Тур А.И.
- Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. М.: Колос, 1983. 253 с.
- Штамм бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-262, обладающий антагонистической активностью в отношении фитопатогенов плодовых или ягодных культур / Патент Беларуси № 10904. 2008. Бюл. N 4. / Коломиец Э.И., Романовская Т.В., Молчан О.В. [и др.].
- Штамм бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-377-Д для защиты люпина от болезней, вызываемых фитопатогенными грибами / Патент Беларуси № 9601. 2007. Бюл. N 4. / Купцов В.Н., Коломиец Э.И., Воронкова А.Е. [и др.].
- Штамм бактерий *Bacillus subtilis*, обладающий антагонистической активностью в отношении фитопатогенов овощных культур / Патент Беларуси № 8396. 2006. Бюл. N 4. / Коломиец Э.И., Романовская Т.В., Чикилева А.Е. [и др.].
- Composition and method for controlling plant diseases using *Pseudomonas chlororaphis* strain NCIMB 40616 / Patent US № 5900236. 1999. / Gerhardson B., Gustafsson A., Jerkeman T. [et al.].
- Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis* / Backman P.A., Brannen, P.M., Mahaffee W.R. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria // M.H. Ryder., P.M. Stephens, G.D. Bowen. Ed.. Adelaide: CSIRO, 1994. P. 112–154.
- Stewart A. Commercial biocontrol – reality or fantasy? / A. Stewart // Australasian Plant Pathology. 2001. N 30. P. 127–131.
- Suppression of Fusarium wilt of cotton with *Bacillus subtilis* hopper box formulations Brannen P.M., Backman P.A. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria / M.H. Ryder., P.M. Stephens., G.D. Bowen. Ed. – Adelaide: CSIRO, 1994. P. 228–241.

Translation of Russian References

Buga S.F. (ed.). Methodology guidelines for fungicide registration testing in agriculture. Nesvizh: Respublikanskoye unitarnoye predpriyatie

“Nauchno-prakticheskij tsentr Natsionalnoj akademii nauk Belarusi po zemledeliyu”, Institut zaschity rastenij, 2007. P. 64–91 (In Russian).

- Galkina N.N., Likhovidov V.E., Tur A.I. Product for plant protection against diseases. Patent of Russia N 2093031. 1997. Bul. N 29. (In Russian).
- Kolomiets E.I., Romanovskaya T.V., Chikilyova A.E. Bacteria strain *Bacillus subtilis* with antagonistic activity regarding to phytopathogens of leguminous crops. Patent of Belarus N 8396. 2006. Bul. N 4. (In Russian).
- Kolomiets E.I., Romanovskaya T.V., Molchan O.V. et al. Bacteria strain *Bacillus subtilis* BIM B-262 with antagonistic activity regarding to phytopathogens of fruit and berry crops. Patent of Belarus N 10904. 2008. Bul. N 4. (In Russian).
- Kuptsov V.N., Kolomiets E.I., Voronkova A.E. et al. Bacteria strain *Bacillus subtilis* BIM B-377-D for lupine protection against diseases caused by plant pathogenic fungi. Patent of Belarus N 9601. 2007. Bul. N 4. (In Russian).
- Kuzmina L. Yu., Melentiev A.I. Efficiency of combined use of bioproduct on the basis of *Bacillus* genus and chemical fungicides on spring wheat crops. In: Sel'skokhozyaistvennaya biotekhnologiya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Gorki, 3–6 dekabrya 2001. Gorki: Natsionalnaya akademiya nauk Belarusi, Belorusskaya gosudarstvennaya selskokhozyaistvennaya akademiya. 2001. P. 218–220. (In Russian).
- Novikova I.I. et al. Biological activity of new microbiological preparations Alirin B and S designed for plant protection against diseases. II Biological activity of alirins against diseases of cereals, fruit and berry cultures, flowers and grape. Mikologiya i Fitopatologiya. 2003. V. 37. N. 1. P. 99–103 (In Russian).
- Segi J. Methods of soil microbiology. Moscow: Kolos, 1983. 253 p. (In Russian).
- Smirnov V.V., Sorokulova I.B., Berezhnitskaya T.G. et al. Bioproduct Fitosporin for plant protection against diseases. Patent of Russia N 2099947. 1997. Bul. N 36. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 40–45

APPLICATION OF BACTAVEN BIOPESTICIDE IN OAT CROP PROTECTION AGAINST DISEASES

A.G. Vlasov¹, V.N. Kuptsov², S.P. Khaletsky¹, E.I. Kolomiets²

¹Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus;

²Institute of Microbiology of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

Research results on the efficiency of bacteria *Bacillus subtilis* BIM B-760D (Biopesticide Bactaven) in oat protection against pathogens are presented in the article. For the assessment under laboratory conditions, methods of microbiology and phytopathology were used, while the practices recommended for fungicide tests in agriculture were applied for the assessment of biological and economical efficiency in field. The laboratory researches showed that BIM B-760D strain was well adapted to the soil conditions and could keep viability in oat phylloplane during 16 days. The testing Bactaven in field showed that oat seed treatment (3.0 l/t) at the initial stage of plant growth and development reduced the affection of the shoots by *Helminthosporium* leaf blotch by 14.4% and lowered the development of root rots at the tillering stage by 38.9%. The follow-on use of Bactaven biopesticide at the stage of flag leaf appearance (6.0 l/ha) reduced the development of *Helminthosporium* leaf blotch by 30.9%. The use of this product allowed to save 0.35 t/ha or 6.4% of oat grain yield.

Keywords: oat; *Bacillus subtilis*; bioproduct; biopesticide; phytopathogen; disease; root rot; *Helminthosporium* leaf blotch; yield.

Сведения об авторах

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», ул. Тимирязева, 1, 222160, г. Жодино, Республика Беларусь
 *Власов Антон Геннадьевич. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: antogen.vl@mail.ru
 Халецкий Сергей Павлович. Заведующий лабораторией, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: izis-oves@yandex.ru
 ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», ул. Купревича, 2, 220141, Минск, Республика Беларусь
 Купцов Владислав Николаевич. Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: kuptsov@hotmail.com
 Коломиец Эмилия Ивановна. Заведующая лабораторией, доктор биологических наук, чл.-корр., e-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

* Ответственный за переписку

Information about the authors

RUE “Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming”, Timiryazev str., 1, 222160, Zhodino, Republic of Belarus
 *Vlasov Anton Gennadiyevich. Leading Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: antogen.vl@mail.ru
 Khaletsky Sergei Pavlovich. Head of Laboratory, PhD in Agriculture, e-mail: izis-oves@yandex.ru
 GSI “Institute of Microbiology of NAS of Belarus”, Kuprevich str., 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus
 Kuptsov Vladislav Nikolayevich. Senior Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: kuptsov@hotmail.com
 Kolomiets Emilia Ivanovna. Head of Laboratory, DSc in Biology, e-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

* Responsible for correspondence

УДК 632.937.03/32

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ДИАПАУЗИРУЮЩЕЙ ТРИХОГРАММЫ *TRICHOGRAMMA TELENGAE* (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) В ЯЙЦАХ ЗЕРНОВОЙ МОЛИ *SITOTROGA CEREALELLA* (LEPIDOPTERA, GELENIIDAE) В КАЧЕСТВЕ КОРМА ПРИ РАЗВЕДЕНИИ ХИЩНОГО КЛОПА *ORIUS LAEVIGATUS* (HEMIPTERA, ANTHOCORIDAE)

И.М. Пазюк, А.Л. Васильев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В лабораторных условиях при групповом содержании хищного клопа *Orius laevigatus* оценивали биологические показатели развития личинок, доли вышедших имаго, соотношения полов при кормлении диапаузирующей трихограммой в яйцах зерновой моли на фоне питания злаковой тлей. Контролем служили «свежие яйца зерновой моли+злаковая тля» и «злаковая тля». При массовом разведении *O. laevigatus* проводили оценку количества вышедших имаго с контейнера

при тех же вариантах кормления. В результате при групповом содержании личинки *O. laevigatus* развивались в варианте «диапаузирующая трихограмма+злаковая тля» 12,8, «яйца зерновой моли+злаковая тля» 13,3 и «злаковая тля» 14,5 суток. Доля вышедших имаго составила 91,7%, 69% и 52,7%, соответственно. Соотношение полов во всех вариантах было близким к 1:1. При массовом разведении количество вышедших имаго с контейнера в варианте «диапаузирующая трихограмма+злаковая тля» было в 2 раза ниже, чем в варианте «яйца зерновой моли+злаковая тля», а при содержании только на злаковой тле – в 10 раз ниже. Применение диапаузирующей трихограммы в яйцах зерновой моли в качестве корма для *O. laevigatus* обсуждается.

Ключевые слова: корм-заменитель, массовое разведение, *Orius laevigatus*, трихограмма, зерновая моль, злаковая тля.

Хищный клоп *Orius laevigatus* Fieber в природе питается тлями, паутиными клещами, белокрылками, трипсами, яйцами и мелкими гусеницами различных чешуекрылых [Péricart, 1972; Миронова и др., 1998]. Он способен питаться некоторыми видами пыльцы, например пыльцой сладкого перца, березы пушистой, лещины и сосны [Анисимов и др. 2005]. Имея широкую пищевую специализацию, *O. laevigatus* отдает предпочтение питанию трипсами [Montserrat et al., 2000; Venzon et al. 2000], в связи с чем его в основном применяют против этих сосущих вредителей на некоторых овощных, ягодных и цветочных культурах [Chambers et al., 1993; Frescata, Mexia, 1996; Skirvin et al., 2006; Weintraub et al., 2011; Сапрыкин, Пазюк, 2003; Доброхотов и др., 2011].

При массовом разведении хищных энтомофагов важным является подбор питательных, технологичных в производстве, способных длительное время храниться, дешевых кормов. К настоящему моменту накоплены данные по разведению хищного клопа *O. laevigatus* на различных видах корма: парализованных личинках *Phthorimaea operculella*, *Anagasta kuehniella* и *Tribolium confusum* [Zaki, 1989], свежих и замороженных яйцах мельничной огневки *Ephestia kuehniella* [Arijs, De Clercq, 2001; Cocuzza et al., 1997; Ito, 2007;], яйцах зерновой моли *Sitotroga cerealella* [Миронова и др., 1998], яйцах комнатной мухи *Musca domestica* [Степанычева, Щенникова, 2002], цистах рачка *Artemia franciscana* [Arijs, De Clercq, 2001; Bonte, De Clercq, 2008], а так же на комбинации различных видов тлей и яиц чешуекрылых [Skirvin et al., 2007; Сапрыкин, Пазюк, 2003]. Осуществляются попытки разводить клопа *O. laevigatus* на искусственных питательных средах (ИПС) с различной степенью результативности. Так, содержание личинок клопа на диете, основанной на ливере и желтке куриного яйца, приводило к замедлению развития, а имаго – к снижению репродуктивного потенциала [Bonte, De Clercq, 2010]. В тоже время, питание на мясной диете с добавлением кукурузного масла сокращало сроки личиночного развития и увеличивало плодовитость самок ориуса в сравнении с этими показателями при питании яйцами мельничной огневки [Kabiri et al., 2010]. Тем не менее, ни один вид корма, изученный на данный момент, не соответ-

ствует всем вышеперечисленным критериям, что позволило бы его определить как оптимальный для разведения хищного клопа *O. laevigatus*. Часто это связано с невозможностью длительного хранения корма. Например, яйца зерновой моли – сроки их хранения при +1+2 °С и относительной влажности воздуха 85–90% невелики и длятся до 15 суток [Геннадиев и др., 1977]. Хранить яйца зерновой моли в жидком азоте, что позволило бы продлить сроки хранения до 1 года, технически трудоемко и экономически затратно в связи с необходимостью использования специального оборудования – сосудов Дьюара, периодически пополняемых азотом [Геннадиев и др., 1977; 1985].

Известно, что некоторые виды насекомых можно вводить в состояние диапаузы и хранить таким образом живой биоматериал в течение продолжительного времени (около полугода) при минимальных затратах, используя для хранения низкие положительные температуры (в бытовом холодильнике) [Виноградова, 2009; Бондаренко, Воронова, 1989; Потемкина, 1990; и др.]. Кормление хищного клопа *Podisus maculiventris* диапаузирующими личинками синей мясной мухи (опарышами) *Calliphora vicina* оказалось пригодным и дешевым видом корма, который можно накапливать и хранить при пониженной температуре (0 +5 °С) до 6 месяцев [Саулич, Мусолин, 2011]. Способ заражать яйца зерновой моли трихограммой и затем вводить ее в диапаузу позволит накапливать и хранить в условиях пониженных температур в течение 4–6 месяцев [Руководство ..., 1979]. Мы предполагаем, что такой биоматериал можно будет использовать в качестве корма для хищного клопа *O. laevigatus*. Таким образом, задачей данного исследования является оценка биологических показателей продолжительности развития личинок, доли вышедших имаго и соотношения полов ориуса при питании диапаузирующей трихограммой в яйцах зерновой моли на фоне кормления злаковой тлей (1) в сравнении с питанием свежими яйцами зерновой моли на фоне кормления злаковой тлей (2) и при питании только злаковой тлей (3). А так же оценка технологического показателя – количества конечного продукта – выхода имаго ориуса с одного контейнера в среднем при тех же вариантах опыта.

Методика исследований

Объектом исследования является хищный клоп *Orius laevigatus*, лабораторную культуру которого содержали по методике, описанной в работе Е.А. Степанычевой и др. (2014). Кормом для него служили свежие яйца зерновой моли, которые нарабатывали по методике А.А. Чалкова (1986), паразитоид *Trichogramma telengae*, которого разводили по методике А.П. Сорокиной [2001], вводили в диапаузу и хранили четыре месяца. Тест на качество трихограммы для питания личинок ориуса показал 46% вылетевших имаго паразитоида в течение первых десяти суток после переноса в оптимальные условия. Так же кормом служила

злаковая тля *Schizaphis graminum*, которую разводили по методике Н.А. Попова, Ю.В. Белоусова, (1988).

Оценку продолжительности развития, доли вышедших имаго и соотношения полов клопа ориуса проводили в климатической камере (Зоологический институт РАН) при постоянной температуре 23 °С и фотопериоде 16:8 L:D в чашках Петри диаметром 4 см. Личинок ориуса, отродившихся не позднее, чем за 24 часа сажали группами по 5 особей. В качестве корма служили (1) свежие яйца зерновой моли и злаковая тля на ростках пшеницы, (2) диапаузирующая трихограмма в яйцах зерновой моли и злако-

вая тля на ростках пшеницы. В варианте (3) клали только ростки пшеницы со злаковой тлей. Кормление личинок проводили 3 раза в неделю, учет биологических показателей оценивали ежедневно. Опыт провели в 3-х кратной одновременной повторности.

Оценку количества конечного продукта при массовом разведении ориуса проводили в термостатированной комнате при температуре 22–24 °С по следующей методике: в пластиковые контейнеры 485 мл (сверху закрытые бязью) клали стебли фасоли с яйцами клопов из расчета 5 стеблей на контейнер (всего около 1000 яиц ориуса). Корневая система стеблей фасоли была обернута влажным ватным тампоном и целлофаном для предотвращения высыхания в течение эмбрионального периода (4–6 суток). В каждый контейнер так же помещали корм в следующих вариантах: (1) свежие яйца зерновой моли и злаковая тля на ростках пшеницы, (2) диапаузирующая трихограмма в яйцах зерновой моли и злаковая тля на ростках пшеницы. В варианте (3)

кляли только злаковую тлю на ростках пшеницы. Кормление личинок клопа ориуса производили три раза в неделю. При каждом кормлении свежие и паразитированные трихограммой яйца зерновой моли клали в одинаковом количестве (0.6 ± 0.05 мл на контейнер). Ростки пшеницы длиной около 8–10 см со злаковой тлей клали примерно по 50 штук. Затем при выходе более 90% имаго ориуса учитывали их количество в каждом контейнере. Опыт провели в 4-х кратной одновременной повторности.

Влияние вида корма на продолжительность развития личинок при групповом содержании, выход имаго клопа с контейнера при массовом разведении оценивали с использованием ANOVA, различия между вариантами оценивали по критерию HSD Tukey. Влияние диеты на долю вышедших имаго и соотношение полов при групповом содержании оценивалось с использованием Logistic Regression, различия между вариантами по χ^2 Пирсона. Статистический анализ проводили в программе Systat 12.0.

Результаты и обсуждение

При групповом содержании личинок *O. laevigatus* в чашках Петри вид корма значимо влиял на продолжительность развития личинок (ANOVA, $p < 0.001$) и долю вышедших имаго (Log.Reg., $p < 0.05$) (табл.). При питании диапаузирующей трихограммой внутри яиц зерновой моли и злаковой тлей личинки ориуса развивались значительно быстрее (12.8 ± 0.08 суток), чем при питании свежими яйцами зерновой моли и злаковой тлей (13.3 ± 0.08), а так же при питании только злаковой тлей (14.5 ± 0.16) (HSD

Tukey test, $p < 0.001$). Доля вышедших имаго при питании диапаузирующей трихограммой и злаковой тлей была самой высокой (χ^2 Пирсона, $p < 0.05$) и составила $91.7 \pm 4.4\%$, при питании свежими яйцами зерновой моли и злаковой тлей составила $69 \pm 14\%$, а при питании только злаковой тлей – $52.7 \pm 13\%$. Соотношение полов при всех вариантах кормления личинок было близким к 1:1, т.е. доля самцов не менялась в зависимости от диеты (Log. Reg., $p > 0.05$) и составляла около 0.5.

Таблица. Продолжительность развития личинок, доля вышедших имаго и соотношение полов клопа *Orius laevigatus* при питании на различных видах корма

Вариант опыта	Количество личинок, n	Продолжительность развития личинок, дни (mean±SE)	Доля вышедших имаго, (mean±SE) %	Соотношение полов (доля самцов)
Яйца зерновой моли + злаковая тля	39	13.3 ± 0.08 b	$69 \pm 14\%$ b	0.64 a***
Диапаузирующая трихограмма + злаковая тля	50	12.8 ± 0.08 a*	$91.7 \pm 4.4\%$ a**	0.46 a
Злаковая тля	29	14.5 ± 0.16 c	$52.7 \pm 13\%$ c	0.52 a

*a, b, c – различия значимы по HSD Tukey test, $p < 0.001$

** – различия значимы по χ^2 Пирсона, $p < 0.05$

*** – Logistic Regression, $p = 0.256$

При массовом содержании личинок *O. laevigatus* в контейнерах вид корма влиял на количество полученных имаго (ANOVA, $P < 0.001$) (рис.). Однако, в среднем больше всего имаго было получено при кормлении свежими яйцами зерновой моли и злаковой тлей (595.3 ± 41.25 особей на контейнер), примерно в два раза меньше хищных клопов было получено при кормлении диапаузирующей трихограммой и злаковой тлей (305.8 ± 33.58), и в 10 раз меньше было получено при кормлении только злаковой тлей (59.9 ± 13.13).

Диапаузирующая трихограмма в яйцах зерновой моли – благоприятный корм для питания личинок хищника *O. laevigatus*. Подтверждением этому являются показатели продолжительности развития личинок и доли вышедших имаго ориуса при групповом содержании хищника (табл.). При кормлении личинок клопа диапаузирующей трихограммой (вар. 2) через непродолжительное время в чашках Петри наблюдали вылет имаго части паразитоидов, что говорит об избытке подаваемого в этом эксперименте корма. При массовом разведении клопа *O. laevigatus* свежие яйца зерновой моли и паразитированные диапаузирующей трихограммой яйца зерновой моли подавали в одинаковом объеме (см. методику). При этом, при кормлении диапаузирующей трихограммой не наблюдали вылета

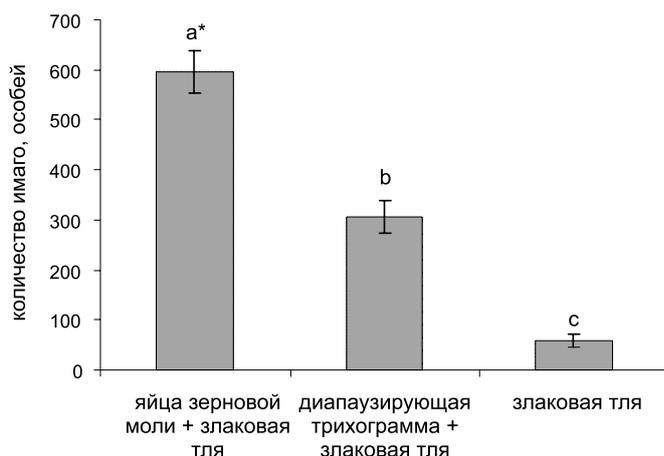


Рисунок. Оценка количества вышедших имаго *Orius laevigatus* с одного контейнера в среднем при массовом разведении на различных видах корма

*a, b, c - различия значимы по HSD Tukey test, $p < 0.001$

паразитоида, как это было при групповом содержании личинок хищника, что указывает на употребление хищными клопами паразитированных яиц зерновой моли в полной мере без остатка и, вероятно, даже с дефицитом этого вида

корма. При одинаковом объеме подачи корма диапаузирующая трихограмма в яйцах зерновой моли оказалась менее подходящей, чем свежие яйца зерновой воли. Мы это связываем с меньшим весом яиц зерновой моли, паразитированных трихограммой по сравнению со свежими яйцами зерновой моли, и соответственно, с меньшим содержанием питательных веществ на единицу объема. В связи с этим в результате выход имаго ориуса с контейнера при кормлении диапаузирующей трихограммой был в 2 раза ниже, чем при кормлении свежими яйцами зерновой моли. Таким образом, при массовом разведении для увеличения выхода имаго клопа на контейнер необходимо по крайней мере двукратное увеличение количества диапаузирующей трихограммы в качестве корма по сравнению с дозой яиц зерновой моли.

Злаковая тля является менее благоприятным (неоптимальным) видом корма для питания личинок хищного клопа *O. laevigatus* в связи с полученными более низкими показателями развития личинок хищника и количества имаго на контейнер при массовом разведении. Ее подача на ростках пшеницы при содержании ориуса обуславлива-

ется скорее как дополнительный элемент питания и источника влаги для клопа, а сами ростки пшеницы служат для увеличения полезной площади внутри контейнера, что способствует снижению каннибализма хищника. В литературе отмечается, что подача нескольких видов корма одновременно (злаковая тля и яйца зерновой моли) может способствовать более удовлетворительному рациону для развития личинок клопа и более быстрому его переключению на другие виды тлей при выпусках в теплицы [Henaut et al., 2000]. В связи с этим злаковую тлю целесообразно предлагать в качестве корма при содержании хищного клопа ориуса.

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что кормление диапаузирующей трихограммой в яйцах зерновой моли после длительного хранения возможно при содержании хищного клопа *O. laevigatus*. Однако требуются дополнительные исследования, которые бы позволили ответить на вопросы технологической и экономической целесообразности применения данного вида корма для массового разведения ориуса.

Библиографический список (References)

- Бондаренко Н.В. Галица афидимиза: методика массового разведения и применения против тлей на тепличных овощных культурах / Н.В. Бондаренко, О.В. Воронова // под ред. Н.А. Филлипова. Сборник научных трудов: Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур. Москва ВО Агропромиздат. 1989. С. 8–19.
- Виноградова Е.Б. Способы временного хранения культуры синей мясной мухи *Calliphora vicina* R.-D. (Diptera, Calliphoridae) / Энтомологическое обозрение. 2009. N. 88(3). С. 512–519.
- Геннадиев В.Г. Длительное хранение яиц зерновой моли для круглогодичного разведения трихограммы / В.Г. Геннадиев, Е.Д. Хлистовский, Н.Г. Мельникова // Сельскохозяйственная биология. – 1977. Т. XII. N. 2. С. 241–244.
- Геннадиев В.Г. Метод криоконсервации яиц зерновой моли для условий промышленного разведения трихограммы / В.Г. Геннадиев, Е.Д. Хлистовский, Л.А. Попов // Сельскохозяйственная биология. 1985. N. 3. С. 118–124.
- Доброхотов С.А. На пути к экологическому земледелию / С.А. Доброхотов, А.И. Анисимов, Н.А. Белякова, Л.Г. Максимова, О.Г. Орлова // Защита и карантин растений. 2011. N.12. С. 19–22.
- Миронова М.К. Перспективы использования *Orius laevigatus* (Fieb.) (Heteroptera, Anthocoridae) против трипса *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thysanoptera, Thripidae) / М.К. Миронова, С.С. Ижевский, А.К. Ахатов // Проблемы энтомологии в России. Т. 2. Сборник научных трудов. СПб. 1998. С. 34–35.
- Попов Н.А. Методика массового разведения хищной галлицы на злаковых тлях / Н.А. Попов, Ю.В. Белоусов // Применение биологических методов защиты растений в с.-х. пр-ве. Казань. 1988. С. 3–9.
- Потемкина В.И. Методические указания по разведению и применению микромусы (*Micromus angulatus* Sterh.) в борьбе с тлями в защищенном грунте / В.И. Потемкина. ВИЗР. 1990. 17 с.
- Руководство по массовому разведению и применению трихограммы. 1979. 30 с.
- Сапрыкин А.А. Биологическая борьба с трипсами: применение и разведение хищных клопов ориусов / А.А. Сапрыкин, И.М. Пазюк // Гавриш. N. 3. 2003. С. 26–29.
- Саулич А.Х. Биология и экология хищного клопа *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera, Pentatomidae) и возможности использования его против колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) / А.Х. Саулич, Д.Л. Мусолин // Учебно-методическое пособие к курсу «Сезонные циклы насекомых» для студентов магистратуры на кафедре энтомологии. Санкт Петербург. 2011. 82 с.
- Сорокина А.П. Оценка перспективных видов рода *Trichogramma* в защите растений / А.П. Сорокина // Методические рекомендации. Под ред. В.А. Павлюшина, К.Е. Воронина. ВИЗР. 2001. 44 с.
- Степаньчева Е.А. Возможность использования альтернативного корма для лабораторного разведения хищного клопа *Orius laevigatus* / Е.А. Степаньчева, А.В. Щеникова // Информационный бюллетень ВПРС МОББ 33. СПб. 2002. С. 49–52.
- Степаньчева Е.А. Поведенческая реакция хищного клопа *Orius laevigatus* Fieber (Heteroptera, Anthocoridae) на синтетические летучие вещества / Е.А. Степаньчева, М.О. Петрова, Т.Д. Черменская, И.В. Шамшев, И.М. Пазюк // Энтомологическое обозрение 2014. N 93(3–4). С. 510–517.
- Чалков А.А. Биологическая борьба с вредителями овощных культур защищенного грунта / А.А. Чалков // Москва: Россельхозиздат. 1986. 95 с.
- Arijs Y., De Clercq P. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the Brine shrimp *Artemia franciscana* / Y. Arijs, P. De Clercq // Biological Control. 2001. N. 21. P. 79–83.
- Bonte M. Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets // M. Bonte, P. De Clercq / Journal of Economic Entomology. 2008. Vol. 101. P. 1127–1133.
- Bonte M. Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus* // M. Bonte, P. De Clercq / Journal of Insect Science 2010. Vol. 10 (1). P. 104.
- Chambers R.J. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the United Kingdom // R.J. Chambers, S. Long, B.L. Helyer / Biocontrol Science and Technology. 1993. Vol. 3. P. 295–307.
- Cocuzza G.E. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephesia kuehniella* eggs // G.E. Cocuzza, P. DeClerq, M. van de Veire, A. DeCock, D. Degheele, V. Vacante / Entomol. Exp. Appl. 1997. Vol. 82. P. 101–104.
- Frescata, C. Biological control of thrips (Thysanoptera) by *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) in organically-grown strawberries // C. Frescata, A. Mexia / Biological Agriculture and Horticulture. 1996. Vol. 32. N. 2. P. 141–148.
- Henaut Y., Alauzet C., Ferran A., Williams T. Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) / Y. Henaut, C. Alauzet, A. Ferran, T. Williams // J. Econ. Entomol. 2000. 93(2). P. 252–255.
- Ito K. A simple mass-rearing method for predaceous *Orius* bugs in the laboratory // K. Ito / Appl. Entomol. Zool. 2007. Vol. 42. N. 4. P. 573–577.
- Kabiri S. Study on the effectiveness of change the oil type in artificial diet on *Orius laevigatus* fitness / S. Kabiri, A. Ashouri, A. Bandani, S. Safarian // Natural Enemies and Biological Control. 19th Iranian plant protection congress, 31 July-3 August 2010. Teheran. 2010. P. 51.
- Montserrat M. Functional response of four heteropteran predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). / M. Montserrat, R. Albajes, C. Castane // Environ. Entomol. 2000. Vol. 29. N. 5. P. 1075–1082.
- Péricart J. Hémiptères Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique. Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen / J. Péricart. // Paris: Masson et Cie (Ed.). 1972. Vol. 7. 401 p.

Skirvin D. The influence of pollen on combining predators to control *Frankliniella occidentalis* in ornamental chrysanthemum crops / D. Skirvin, L. Kravar-Garde, K. Reynolds, J. Jones, M. de Courcy Williams // Bio-control Science and Technology. 2006. Vol.16. iss. 1. P. 99–105.

Venzon M. Prey preference and reproductive success of the generalist predator *Orius laevigatus* / M. Venzon, A. Janssen, M. W. Sabelis // in book: Food webs on plants: the role of a generalist predator. Edit by M. Venzon. 2000. P. 29–41.

Weintraub P. G. How many *Orius laevigatus* are needed for effective western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, management in sweet pepper? / P. G. Weintraub, S. Pivonia, S. Steinberg // Crop Protection 2011. 2011. N. 30. P. 1443–1448.

Zaki F.N. Rearing of two predators, *Orius albidepennis* (Reut.) and *Orius laevigatus* (Fieber) (Hem., Anthocaridae) on some insect larvae / F.N. Zaki // J. Appl. Ent. 1989. N. 107. P. 107–109.

Translation of Russian References

Bondarenko N.V., Voronova O.V. Predatory midge *Aphidimyza*: a technique of mass rearing and release against aphids in greenhouse vegetable crops. In: N.A. Filipov, ed. Sbornik nauchnykh trudov: Biologicheskii metod borby s vreditelyami ovoshchnykh kultur. Moscow: Agropromizdat, 1989. P. 8–19. (In Russian).

Chalkov A.A. Biological control of vegetable crop pests in greenhouses. Moscow: Rosselkhozizdat. 1986. 95 p. (In Russian).

Dobrokhotov S.A., Anisimov A.I., Belyakova N.A., Maksimova L.G., Orlova O.G. Towards ecological farming. Zashchita i karantin rasteniy. 2011. N 12. P. 19–22. (In Russian).

Gennadiev V.G., Khlistovskiy E.D., Melnikova N.G. Long-term storage of grain moth eggs for year-round breeding of *Trichogramma*. Selskokhozyaystvennaya biologiya. 1977. V. 12. N 2. P. 241–244. (In Russian).

Gennadiev V.G., Khlistovskiy E.D., Popov L.A. Method of cryopreservation of grain moth eggs for industrial *Trichogramma* breeding. Selskokhozyaystvennaya biologiya. 1985. N 3. P. 118–124. (In Russian).

Mironova M.K., Izhevskiy S.S., Akhatov A.K. Prospects of using *Orius laevigatus* (Fieb.) (Heteroptera, Anthocaridae) against thrips *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thysanoptera, Thripidae). Problemy entomologii v Rossii. V. 2. Sbornik nauchnykh trudov. St. Petersburg. 1998. P. 34–35. (In Russian).

Popov N.A., Belousov Yu.V. Method of mass rearing of predatory midge on cereal aphids. In: Primenenie biologicheskikh metodov zashchity rasteniy v s.-kh. pr-ve. Kishinev. 1988. P. 3–9. (In Russian).

Potemkina V.I. Methodical instructions for mass rearing and release of micromus (*Micromus angulatus* Sterh.) for aphid control in greenhouses. St. Petersburg, VIZR. 1990. 17 p. (In Russian).

Sapryikin A.A., Pazyuk I.M. Biological control of thrips: application and mass rearing of predatory *Orius* bugs. Gavriish. 2003. N 3. P. 26–29. (In Russian).

Saulich A.H., Musolin D.L. Biology and ecology of the predatory bug *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera, Pentatomidae) and the possibility of using it against the Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). St. Petersburg. 2011. 82 p. (In Russian).

Sorokina A.P. Assessment of promising species of the genus *Trichogramma* in plant protection. Methodical recommendations. (V.A. Pavlyushin, K.E. Voronin, eds.). St. Petersburg, VIZR. 2001. 44 p. (In Russian).

Stepanycheva E.A., Petrova M.O., Chermenskaya T.D., Shamshev I. V., Pazyuk I.M. The behavioral response of the predatory bug *Orius laevigatus* Fieber (Heteroptera, Anthocaridae) to synthetic volatiles. Entomologicheskoe obozrenie. 2014. V. 93. N 3–4. P. 510–517. (In Russian).

Stepanycheva E.A., Shchenikova A.V. The possibility of using alternative food for laboratory breeding of the predatory bug *Orius laevigatus*. Informatsionnyy byulleten VPRS MOBB, N 33. St. Petersburg. 2002. P. 49–52. (In Russian).

The guide for mass rearing and release of the trichogramma. 1979. 30 p. (In Russian).

Vinogradova E.B. Methods of temporary storage of meat blue-fly *Calliphora vicina* R.-D. (Diptera, Calliphoridae). Entomologicheskoe obozrenie. 2009. V. 88(3). P. 512–519. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 45–49

DIAPAUSING *TRICHOGRAMMA TELENGAE* (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) INSIDE *SITOTROGA CEREALELLA* (LEPIDOPTERA, GELEHIIDAE) EGGS AS A FOOD FOR PREDATORY BUG *ORIOUS LAEVIGATUS* (HEMIPTERA, ANTHOCORIDAE)

I.M. Pazyuk, A.L. Vasilyev

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The nymph development, survival and sex ratio of predatory bug *Orius laevigatus* feeding on diapausing trichogramma inside cereal moth eggs and greenbug were compared with feeding on “cereal moth eggs + greenbug” and “greenbug” at group rearing in lab conditions. The number of *O. laevigatus* per container was evaluated in mass rearing experiment at the same variants of diet. As a result, the nymph development was 12.8, 13.3 and 14.5 days in “diapausing trichogramma + greenbug”, “cereal moth eggs + greenbug” and “greenbug”; the survival was 91.7%, 69% and 52.7%, respectively. The sex ratio was close to 1:1 at all variants. The number of *O. laevigatus* per container was twice less in “diapausing trichogramma + greenbug” than in “cereal moth eggs + greenbug” and 10 times less in “greenbug” than in “cereal moth eggs + greenbug”. The use of stored for a long time diapausing trichogramma as a food for *O. laevigatus* is discussed.

Keywords: food substitute; mass rearing; *Orius laevigatus*; trichogramma; cereal moth; greenbug.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Пазюк Ирина Михайловна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: ipazyuk@gmail.com

Васильев Андрей Леонидович. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: eni_mail@list.ru

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Pazyuk Irina Mikhailovna. Researcher, PhD in Biology, e-mail: ipazyuk@gmail.com

Vasilev Andrey Leonidovich. Senior Researcher, PhD in Biology, e-mail: eni_mail@list.ru

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

УДК 631.348

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ОПРЫСКИВАНИЯ

А.К. Лысов, Т.В. Корнилов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Приведены результаты исследований по разработке технологии внесения пестицидов методом опрыскивания с принудительным осаждением капель на обрабатываемую поверхность с целью уменьшения пестицидной нагрузки на окружающую среду и снижения экономических затрат в системах интегрированной защиты зерновых культур и картофеля. В работе представлен сравнительный анализ биологической эффективности применения гербицидов при традиционной технологии малообъемного опрыскивания и технологии ультрамалообъемного опрыскивания с принудительным осаждением мелких капель, с учетом полной нормы расхода препарата и сниженными нормами расхода препарата на 25 и 50 процентов. Показана возможность снижения норм расхода пестицидов на 25 и более процентов за счет повышения эффективности осаждения капель рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность. Приведены данные по динамике разложения гербицида Гезагард 50 СП в почве и зеленой массе картофеля в зависимости от технологии опрыскивания. Новая технология опрыскивания с принудительным осаждением капель охарактеризована по экономической эффективности.

Ключевые слова: распылитель, принудительное осаждение капель, биологическая эффективность, технология опрыскивания, норма расхода препарата, норма расхода рабочей жидкости.

При реализации мероприятий систем интегрированной защиты растений основополагающими критериями являются их экономическая эффективность и экологическая безопасность для окружающей среды, а также обеспечение устойчивости развития сельскохозяйственного производства. При этом современные агротехнологии базируются на использовании систем интегрированной защиты сельскохозяйственных культур, предусматривающих управление фитосанитарным состоянием экосистем путем научно обоснованного использования севооборотов, агротехнических мероприятий, эффективных методов и средств защиты растений, обеспечивающих снижение пестицидной нагрузки на агроценозы, устойчивых сортов с учетом видового разнообразия вредителей, болезней, сорных растений, а также территориального их размещения [Шпаар, 2003].

С учетом непрерывного роста масштабов применения пестицидов и агрохимикатов в России все более остро встает вопрос о снижении их потенциальной опасности для здоровья населения как одного из главных источников загрязнения окружающей среды и продуктов питания. Известно, что 75% пестицидов применяется методом опрыскивания. В связи с этим в нашей стране и за рубежом ведутся работы по совершенствованию агротехнологий, технических средств и эффективных методов контроля для более рационального и безопасного применения средств защиты растений.

Основными направлениями совершенствования технологии опрыскивания является повышение качества нанесения рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность, сокращение норм расхода препарата и рабочей жидкости, снижения непроизводительных потерь препарата в окружающую среду из-за сноса мелких капель и стекания крупных капель с обрабатываемой поверхности [Лысов, 2014].

Кроме того, реализация технологии опрыскивания требует значительных материальных и энергетических затрат. Проведенный анализ энергозатрат технологий полнообъемного, малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания показал, что при ультрамалообъемном опрыскивании энергоемкость технологического процесса

снижается на 35%, а при малообъемном опрыскивании на 15.1% по сравнению с базовой технологией полнообъемного опрыскивания.

В полевых штанговых опрыскивателях для технологий малообъемного и полнообъемного опрыскивания в основном используются два типа распылителей: стандартные щелевые плоскофакельные и инжекторные щелевые плоскофакельные распылители. При использовании стандартных щелевых распылителей в факеле распыла рабочей жидкости содержатся капли в очень широком диапазоне размеров, при этом доля мелких капель (до 50 мкм), подверженных сносу, в зависимости от типоразмера распылителей, составляет от 1 до 2%. Для стандартных плоскофакельных щелевых распылителей медианно-массовый диаметр (ММД) составляет 200–300 мкм. С целью уменьшения риска для окружающей среды из-за сноса мелких капель из зоны обработки полевые штанговые опрыскиватели оснащаются новым поколением инжекторных щелевых плоскофакельных распылителей различных типоразмеров для применения гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и микробиологических препаратов. За счет использования эжекции воздуха у данных распылителей в спектре распыла содержатся больше капель крупного и среднего размера, при этом доля мелких капель, подверженных сносу, не превышает 0.4–0.6%. Однако, медианно-массовый диаметр капель у данных распылителей составляет 400–600 мкм. Увеличение в спектре распыла доли крупных и средних капель по оценке ряда специалистов должно привести к увеличению загрязнения почвы остатками пестицидов из-за стекания крупных капель с листовой поверхности.

В связи с этим в настоящее время все больше уделяется внимание исследованиям по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий опрыскивания с.х. культур против вредных объектов с малыми нормами расхода рабочей жидкости и сниженными нормами расхода препаратов. Для этих целей в опрыскивающей аппаратуре используются в качестве рабочих органов для распыла средств защиты растений вращающиеся дисковые распылители, перфорированные или сетчатые барабаны. Переход на технологию УМО, как уже отмечалось выше, обеспечива-

ет снижение экономических затрат на обработку за счет применения малых гектарных норм расхода рабочей жидкости и исключения вспомогательных операций на подвоз воды и заправку опрыскивателя в течение рабочего времени смены.

При данной технологии обеспечивается более высокая плотность покрытия каплями обрабатываемого объекта при малых нормах расхода рабочей жидкости на гектар в сравнении с традиционной технологией опрыскивания. Однако, при использовании вращающихся дисковых распылителей, сетчатых или перфорированных барабанов, создающих при распылении более однородный по капельному составу спектр распыла, содержится значительная доля мелких капель (3–10% от объема диспергируемой жидкости), которые подвержены сносу из зоны обработки. Для повышения эффективности применения и экологической безопасности для окружающей среды технологии УМО нами была предложена конструкция вращающегося распылителя с принудительным осаждением мелких капель.

На рисунке приведена конструктивная схема нового распылителя жидкости. В корпусе распылителя 1 установлен электродвигатель 2 с двумя выходами вала, на нижнем выходе которого, расположен распылительный диск 3, который может быть выполнен в форме сетчатого или перфорированного барабана, трубка 6- подающая рабочую жидкость. На верхнем выходе вала электродвигателя между крыльчаткой вентилятора 5 для создания направленного воздушного потока установлен обтекатель 4, выполненный в форме конуса. Корпус распылителя 1 выполнен в виде усеченного конуса с открытой верхней и нижней поверхностями. Корпус распылителя прикреплен с возможностью перемещения по вертикали к электродвигателю, корпус которого снабжен направляющими 7 и находится в сборе с крыльчаткой вентилятора 5, обтекателем

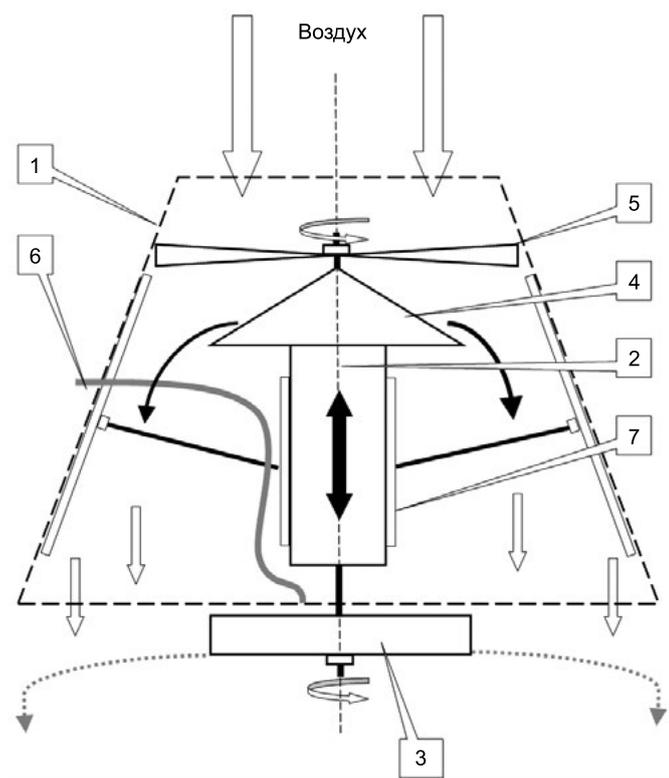


Рисунок. Распылитель жидкости

4 и распылительным диском, расположенным на нижнем выходе вала. Диаметр основания обтекателя 4 равен диаметру распылительного диска 3. Трубка для подачи жидкости 6 расположена сверху распыливающего диска.

Распылитель жидкости работает следующим образом:

При подаче рабочей жидкости по трубке 6 на вращающийся диск 4, за счет центробежной силы происходит диспергирование жидкости на основные и мелкие капли – спутники. Создаваемый крыльчаткой вентилятора 5, воздушный поток, благодаря установленному обтекателю 4 и его конусной форме, обеспечивает направленное принудительное осаждение мелких капель непосредственно на выходе с кромки распылительного диска 4, вследствие чего, исключается их снос из зоны обработки. Корпус распылителя 1 выполнен в виде усеченного конуса, что позволяет изменять объем воздушного потока, создаваемого вентилятором, за счет возможности его перемещения относительно электродвигателя 2, в сборе с крыльчаткой вентилятора и распылительным диском 4, вниз. Для этого на корпусе электродвигателя 2 установлены направляющие 7. При смещении вниз, за счет конусности корпуса распылителя 1, увеличивается кольцевой зазор между его внутренней поверхностью и крыльчаткой вентилятора 5, что дает возможность изменять объем воздушного потока для эффективного осаждения капель диспергируемой жидкости и увеличения равномерности плотности распределения капель на обрабатываемой поверхности. Кроме этого, обеспечивается возможность регулировки эффективной ширины захвата факела распыла от 0.8 до 1.2 метра, а также плотности покрытия обрабатываемой поверхности в зависимости от используемых режимов обработки пестицидами, которая для гербицидов должна быть не менее 20–30 капель на 1см. кв., инсектицидов – 30–40 капель на 1 см. кв., фунгицидов – 50–70 капель на 1см. кв. Стендовые испытания показали, что медианно-массовом диаметре капель распыла 52 мкм густота покрытия обрабатываемой поверхности превышает минимально допустимую плотность покрытия в 4 и более раза.

С использованием нового распылителя были проведены исследовательские испытания на опытных полях филиала Тосненская опытная станция ВИЗР новой технологии в сравнении с технологиями малообъемного и полнообъемного опрыскивания.

Биологическая эффективность технологии УМО опрыскивания с принудительным осаждением капель определялась при внесении гербицидов на посевах зерновых культур и посадках картофеля для подавления сорной растительности, а также против вредителей на посадках капусты. Оценка эффективности технологии включала определение следующих параметров: биологическая эффективность применения пестицидов; экологические показатели: динамика остаточных количеств гербицидов в почве на 1, 3, 7 и 21 сутки после обработки; загрязнение остаточными количествами пестицидов вегетативных органов растений; возможное снижение норм расхода пестицидов при различных технологиях внесения средств защиты растений.

Для сравнения были взяты: технология МО опрыскивания при норме расхода 200 л/га с использованием стандартных щелевых плоскофакельных распылителей, инжекторных плоскофакельных щелевых распылителей и

УМО опрыскивание с принудительным осаждением мелких капель при норме расхода рабочей жидкости 10 л/га. Закладка деляночных опытов предусматривала внесение полных норм расхода препарата и сниженных на 25 и 50 процентов норм расхода, используемых в опытах пестицидов.

Определение микроколичеств пестицидов в почве и зеленой массе растений при различных технологиях их внесения осуществлялось с помощью газохроматографического анализа взятых проб. Краткая характеристика пестицидов приведена ниже.

В сравнительных испытаниях различных технологий внесения пестицидов на зерновых применялся гербицид послевсходовый гербицид системного действия Дифезан ВР для борьбы с двудольными сорняками в посевах зерновых колосовых культур.

Действующее вещество: 344 г/л дикамбы (диэтилэтаноламинная соль) + 18.8 г/л хлорсульфурина (диэтилэ-

таноламинная соль). Наличие в смеси двух компонентов позволяет контролировать более 200 видов сорняков, включая виды устойчивые к 2,4-Д и Диалену.

Препаративная форма: водный раствор.

Для уничтожения сорной растительности на картофеле в сравнительных испытаниях применялся: селективный довсходовый и послевсходовый гербицид Зино, СП для борьбы с двудольными и злаковыми сорняками в посадках пропашных и овощных культур. Препарат обеспечивает защиту посевов культуры от сорняков в течение 1–2 месяцев в зависимости от погодных условий и типа почвы

Действующее вещество: метрибузин, 700 г/кг.

Препаративная форма: смачивающийся порошок. Биологическая эффективность различных технологий внесения гербицидов на зерновых культурах и картофеле представлена в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Биологическая эффективность гербицида Дифезан на овсе в зависимости от технологии внесения

Вариант		Общее количество сорняков, экз/м ²	Количество однолетних сорняков, экз/м ²	Общая биологическая эффективность, %	Эффективность против однолетних сорняков, %
Технология МО (стандартный щелевой распылитель 120 03)	50% (0.2 л/га)	34	23	50	60.3
	75% (1.5 л/га)	27	20	60.3	65.5
	100% (1.) л/га)	22	17	67.6	70.7
Технология МО (инжекторный щелевой распылитель 120 03)	50% (0.2 л/га)	23	20	66.2	65.5
	75% (1.5 л/га)	21	19	69.1	67.2
	100% (1.) л/га)	20	16	70.6	72.4
Технология УМО с принудительным осаждением капель	50% (0.2 л/га)	17	12	75	79.3
	75% (1.5 л/га)	18	9	73.5	84.5
	100% (1.) л/га)	13	7	80.9	87.9
Контроль		68	58		

Таблица 2. Биологическая эффективность препарата Зино, СП в зависимости от технологии внесения

Вариант		Общее количество сорняков, экз/м ²	Количество однолетних сорняков, экз/м ²	Общая биологическая эффективность, %	Эффективность против однолетних сорняков, %
Технология МО (распылитель стандартный щелевой 120 03)	50% (0.2 л/га)	36	20	25	44.4
	75% (1.5 л/га)	24	16	50	55.6
	100% (1) л/га)	20	16	58.3	55.6
Технология МО (распылитель инжекторный щелевой 120 03)	50% (0.2 л/га)	32	24	33.3	33.3
	75% (1.5 л/га)	28	20	41.7	44.4
	100% (1.) л/га)	16	12	66.7	66.7
Технология УМО с принудительным осаждением капель	50% (0.2 л/га)	16	12	66.7	66.7
	75% (1.5 л/га)	12	8	75	77.8
	100% (1.) л/га)	8	4	83.3	88.9
Контроль		48	36		

Как показывают результаты опытов 2014 года, так и предыдущих лет, наиболее эффективной технологией внесения гербицидов на картофеле и зерновых культурах является технология ультрамалообъемного опрыскивания с принудительным осаждением капель. При использовании данной технологии обеспечивается снижение ресурсов по воде в 20 раз, нормы расхода пестицидов на 25% в сравнении с традиционной технологией МО опрыскивания. В течение нескольких лет была проведена оценка остаточных количеств в почве и растительности гербицида Гезагард 50, СП при различных технологиях его внесения. Оценка динамики разложения пестицидов проводилась сотрудни-

ком лаборатории энтомотоксикологии ВИЗР Волгаревым С.А. на жидкостном хроматографе Waters acquity Upl (США). Установлено, что остаточные количества гербицида в почве на третьи сутки после обработки при полной норме внесения препарата для технологии ультрамалообъемного опрыскивания составила – 0.6656 мг/кг, малообъемного опрыскивания с щелевыми инжекторными распылителями – 0.6015 мг/кг, с стандартными щелевыми распылителями – 0.6405 мг/кг. На седьмые сутки после обработки динамика разложения остаточных количеств гербицида по технологиям составила: ультрамалообъемного опрыскивания с принудительным осаждением капель

– 0.5758 мг/кг, малообъемного опрыскивания с щелевыми инжекторными распылителями – 0.4010 мг/кг, с стандартными щелевыми распылителями – 0.2637 мг/кг. На 28 сутки остаточные количества гербицида в почве практически были одинаковы и составили при ультрамалообъемном опрыскивании – 0.0374 мг/кг, с щелевыми инжекторными распылителями – 0.0375 мг/кг, с стандартными щелевыми распылителями – 0.0371 мг/кг. Аналогичная динамика разложения остаточных количеств препарата наблюдалась и при сниженных нормах расхода препарата на 25 и 50%. Оценка динамики разложения гербицида Гезагард 50, СП в зеленой массе картофеля показала, что остаточные количества препарата при полной норме внесения на третьи сутки составляют: для технологии ультрамалообъемного

опрыскивания с принудительным осаждением капель – 0.7481 мг/кг, технология малообъемного опрыскивания с щелевым инжекторным распылителем – 0.5355 мг/кг, и щелевым стандартным распылителем – 0.3561 мг/кг. На 28 сутки остаточные количества препарата практически во всех вариантах одинаковы и составили: при технологии ультрамалообъемного опрыскивания с принудительным осаждением капель 0.0338 мг/кг, малообъемного опрыскивания с щелевым инжекторным распылителем – 0.0281 мг/кг и щелевым стандартным распылителем – 0.0295. При этом остатки препарата в урожае были не обнаружены. Аналогичная динамика разложения препарата наблюдалась и при сниженных нормах расхода препарата на 25–50% [Лысов, Волгарев, 2014].

Библиографический список (References)

Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах) Под общей редакцией доктора с-х наук, профессора, иностранного члена РАСХН Д. Шпаара. 2003, книга 3, 337 с. .

Лысов А.К. Актуальные проблемы механизации технологических процессов защиты растений. Защита и карантин растений. 2014 N4. с. 66.
Лысов А.К. Волгарев С.А. Прогрессивные технологии опрыскивания проходят проверку. Защита и карантин растений. 2014 N 7, стр.35;

Transiation of Russian References

Lysov A.K. Actual problems of mechanization of technological processes of plant protection. Zashchita i karantin rastenii. 2014. N 4. p. 66.

Spaar D. (ed.). Plant protection in sustainable systems of land use (in 4 books). 2003, book 3, 337 p.

Lysov A.K., Volgarev S.A. Advanced spraying technology tested. Zashchita i karantin rastenii. 2014. N 7. P. 35.

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 50–53

IMPROVEMENT OF SPRAYING TECHNOLOGY OF PLANT PROTECTION MEANS

A.K. Lysov, T.V. Kornilov

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The results are provided on the development of technology for application of pesticides by spraying with forced droplet deposition on the surface to reduce the pesticide load on the environment and reduce economic costs in the systems of integrated protection of grain crops and potatoes. The paper presents a comparative analysis of the biological effectiveness of herbicide application with traditional technology of low volume spray technology and ultra-low volume spraying with forced deposition of small droplets subject to the full rate of consumption of the drug and reduced consumption of the drug by 25% and 50%. The possibility of reducing the consumption of pesticides by 25% or more by improving the efficiency of droplet deposition fluid onto the surface is shown. The data on the dynamics of decomposition of the herbicide, Gesagard 50 WP in the soil and green mass of potatoes depending on the technologies of spraying. The data on economic efficiency of the new technology of spraying with forced droplet deposition are given.

Keywords: atomizer; forced droplet deposition; biological efficacy; technology of spraying; flow rate of drug; working fluid.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Лысов Анатолий Константинович. Заместитель директора, руководитель лаборатории, кандидат технических наук,
e-mail: lysov4949@yandex.ru
*Корнилов Тимур Викторович. Старший научный сотрудник,
e-mail: tvkornilov@mail.ru

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Lysov Anatoly Konstantinovich. Deputy Director, head of laboratory of integrated plant protection, PhD in Technics,
e-mail: lysov4949@yandex.ru
*Kornilov Timur Viktorovich. Senior researcher,
e-mail: tvkornilov@mail.ru

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

УДК 636.4.087.8.615

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

С.И. Редюк

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В соответствии с Методическими указаниями по полевым испытаниям гербицидов в растениеводстве (1981 г., 2013 г.) в Ленинградской области проведена полевая оценка биологической эффективности применения различных гербицидов на посадках трех сортов картофеля: Невский, Луговской и Елизавета. Исследованиями в период 2001–2015 гг. усовершенствована технология применения производных метрибузина и оптимизирован регламент использования отечественного препарата Лазурит, СП; разработан прием разового его применения в норме 0.7 кг/га путем опрыскивания вегетирующих культурных и сорных растений при высоте ботвы картофеля 5 см. Виды сорных растений проявили разную чувствительность к гербицидам – снижение засоренности посадок картофеля однолетними и многолетними сорными растениями варьировало от 64 до 100%. Установлено, что быстрый гербицидный эффект новой препаративной формы метрибузина – концентрата коллоидного раствора (Зонтран, ККР) достигается при обработке сорных растений на ранних стадиях развития, что привело к изменению технологии применения препарата. За весь период исследований не отмечено признаков фитотоксичности примененных препаратов по отношению к растениям картофеля, за исключением ранних и среднеранних сортов, которые более чувствительны к гербицидам на основе метрибузина. Послевсходовое применение препарата Титус, СТС позволяет уничтожить одним опрыскиванием широкий спектр злаковых и двудольных сорняков. Высокую чувствительность к действию препарата проявляют многолетние злаковые (*пырей ползучий*, *гумай*), однолетние злаковые (*куриное просо*, виды *щетинника*, *овсюг* и др.). Из двудольных сорняков это виды *щирицы*, *горчицы*, *пастушья сумка обыкновенная*, *галинсога мелкоцветковая*, *подмаренник цепкий*, виды *ромашки*, *горчица полевая*, *крестовник обыкновенный*, *осот полевой*, виды *бодяка* и др. Среднечувствительны к действию препарата виды *горцев*, *марь белая*, *устойчив паслен черный*. Низкая норма внесения препарата Титус, СТС (50 г/га) позволяет снизить токсическую нагрузку, сократить затраты на хранение и транспортировку.

Ключевые слова: картофель, сорные растения, гербициды, нормы внесения.

Картофель – ценная продовольственная культура для питания человека во многих странах мира. Он служит сырьем для получения спирта, крахмала, другой продукции, используется на корм животным.

На посевах культурных растений может расти более 1000 видов диких растений, из которых около 400 видов причиняют вред, а 100–120 видов считаются стабильно вредоносными сорными растениями. Прямые потери урожая сельскохозяйственных растений от них в среднем составляют 10.3% валового сбора, а при сильной засоренности достигают 30% и более [Шпаар, 2004].

В посадках картофеля весьма трудно искоренить многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорные растения, особенно в период вегетации культуры, даже несколько экземпляров этих растений (2–3 экземпляра на 1 м²) могут нанести ощутимый урон культурным растениям. Довольно часто отмечается засорение посадок картофеля такими многолетними видами сорных растений, как *пырей ползучий* (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), виды *бодяка* (*Cirsium spp.*) и *осот полевой* (*Sonchus arvensis* L.). Уничтожение многолетних сорняков в период вегетации культуры путем междурядных обработок почвы трудоемко и в большинстве случаев недостаточно эффективно. Для эффективной борьбы с *пыреем ползучим*, видами *бодяка* и *осотом полевым*, как показывает практика, наиболее перспективно комплексное применение агротехнических приемов и гербицидов. Последние поражают не только надземную часть сорняков, но и проникают в корневую систему, иссушают ее и воздействуют на точки роста, лишая возможности возобновления роста в дальнейшем.

Обеспечить чистоту посадок картофеля от многолетних сорных растений можно при последовательном применении гербицидов против *пырея ползучего*, видов *бодяка* и *осота полевого* весной и летом на посевах пред-

шествующей культуры. Борьба против однолетних двудольных сорняков проводится на посадках культуры.

В интенсивной технологии возделывания картофеля значительное место занимают мероприятия по борьбе с сорными растениями. В последние годы отмечается резкое увеличение засоренности посадок картофеля злаковыми и двудольными сорняками.

Успешное решение проблемы борьбы с сорняками в настоящее время возможно только при рациональном применении интегрированной системы, включающей в себя картирование полей на засоренность, своевременное применение агротехнических способов борьбы с сорными растениями, а также подбор селективных гербицидов с научно-обоснованными нормами и сроками обработки [Редюк и др., 2005; Долженко и др., 2011, 2014].

Проведение своевременной основной и предпосевной обработки почвы в оптимальные сроки позволяет не только создать благоприятный для роста и развития культуры пахотный слой, но и существенно снизить засоренность посадок. Кроме того, очищение посадок картофеля от сорных растений ухудшает условия благоприятного развития возбудителей болезней, служащих резервуарами их массового накопления, в том числе фитофтороза. Уничтожение сорняков в посадках картофеля осуществляется, как до появления всходов, так и по всходам культурных и сорных растений. Обработка почвы в рядах и в междурядах позволяет существенно снизить засоренность посадок. Всходы однолетних сорняков, находящихся в фазе «белых нитей», хорошо уничтожаются боронованием: проводят 1–2 боронования до всходов картофеля – примерно через 2 недели после посадки и, повторно, через такой же срок. При необходимости применяют боронование и по всходам культуры. Но, как показывает практика, с помощью только агротехнических мер не всегда удается обеспечить в достаточной степени чистоту посадок картофеля от сор-

няков. Часть из них, особенно в рядах, несмотря на многократные обработки почвы, остается неповрежденной и может оказать отрицательное влияние на развитие растений картофеля, а в конечном итоге на их продуктивность [Долженко и др., 2008].

Материалы и методы

Изучение биологической и хозяйственной эффективности гербицидов проводили в 2001–2015 гг. на посадках картофеля различных сортов, районированных в Северо-Западном регионе на опытном поле ФГБНУ ВИЗР. Учеты засоренности выполняли количественно-весовым методом на делянках площадью 25 м² в четырёхкратной повторности. Размер учетных площадок составлял 0,25 м² [Методические указания ..., 1981, 2013]. Обработку проводили ручным опрыскивателем Resisten 3610 оборудован-

Наиболее полное уничтожение сорных растений требует дополнительно к агротехническим мерам борьбы (достаточно дорогостоящим в настоящее время) использовать гербициды.

ным 2-х метровой штангой с 4-мя щелевыми распылителями, расход рабочей жидкости составлял 200–300 л/га. За время проведения исследований регулярно осуществляли наблюдения за культурными и сорными растениями, начиная со времени обработки посадок картофеля гербицидами и до уборки урожая. Названия сорных растений на русском языке и на латыни даны согласно Н.Н. Луновой [2003] и Агроклиматическому атласу России [2015].

Результаты и обсуждение

Анализ фитосанитарного состояния посадок картофеля в Ленинградской области показал, что они засорены *пыреем ползучим*, видами *бодяка* и *осотом полевым* чаще всего при их размещении после многолетних трав или после зерновых культур, идущих по пласту трав. На участках, предназначенных под посадку картофеля, в борьбе с многолетними сорными растениями в настоящее время успешно используются гербициды на основе действующего вещества – глифосат, например, препарат Раундап, ВР и его аналогичные продукты. Это системные общеистребительные гербициды, которые проникают в растение через листья, а затем передвигаются в корневую систему. Благодаря этим свойствам они эффективны против многолетних сорных растений – *пырея ползучего*, видов *бодяка*, *осота полевого*, *одуванчика лекарственного* и других видов. На полях, предназначенных под картофель, гербицид Раундап, ВР применяют в конце лета или в начале осени в нормах применения от 3 до 8 л/га в зависимости от вида и численности сорняков.

Для обработки гребней рабочими растворами гербицидов по растущим сорным растениям. Работу проводят, когда всходов картофеля еще нет, иначе культурные растения будут повреждены. Этот прием оправдывает себя при сильной засоренности посадок, особенно позднеспелых сортов, и позволяет сохранять всходы культуры чистыми от сорняков на протяжении примерно 2–3 недель. По такому же принципу в последние годы рекомендовано использование десиканта Реглон супер, ВР (2–3 л/га) в качестве гербицида.

В Северо-Западной зоне посадки картофеля засоряются преимущественно однолетними сорняками – *звездчаткой средней* (*Stellaria media* (L.) Vill.), *крестовником обыкновенным* (*Senecio vulgaris* L.), *марью белой* (*Chenopodium album* L.), *фаллопией вьюнковой* (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), *редькой полевой* (*Raphanus raphanistrum* L.), *горчицей полевой* (*Sinapis arvensis* L.), *торицей полевой* (*Spergula arvensis* L.), *яруткой полевой* (*Thlaspi arvense* L.), *пастушьей сумкой обыкновенной* (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), видами *горцев* (*Polygonum spp.*), *пикульника* (*Galeopsis spp.*), *ромашки* (*Matricaria spp.*), *желтушником лакфиольным* (*Erysimum cheranthoides* L.) и другими.

Более полное и длительное очищение посадок картофеля от однолетних сорных растений достигается при сочетании механических обработок с применением гербицидов до появления всходов культуры. В настоящее время для этой цели рекомендованы гербициды Гезагард, КС; Кратерр, КС; Зенкор, ВДГ; Лазурит, СП; Зонтран, ККР; Рейсер, КЭ и другие препараты.

Гербициды Гезагард, КС и Кратерр, КС (500 г/л прометрина) производятся в форме концентрата суспензии. Данные препараты применяют в нормах внесения 2,0–3,5 кг/га до появления всходов картофеля. Преимущественно действуют они на однолетние двудольные сорняки. Проникают в растение как через корни, так и через листья, не тормозят прорастание семян сорняков, но их проростки на фоне применения прометрина гибнут вскоре после появления. Более активно гербицид Гезагард, КС действует на проростки и молодые всходы сорных растений. В более позднем возрасте (4–6 листьев) ряд видов сорных растений становится слабовосприимчивым к нему.

Гербицид Рейсер, КЭ (250 г/л флуорохлоридона) активен против *звездчатки средней*, *редьки полевой*, *мари белой*, *пастушьей сумки обыкновенной*, *горчицы полевой*, видов *ромашки*, *горцев* и *пикульника*, а также, в отличие от дру-

Растения картофеля чувствительны к гербициду Раундап, ВР, поэтому применять его по вегетирующей культуре нельзя. На сильно засоренных многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями полях, предназначенных под посадку картофеля, обработку этим препаратом проводят заблаговременно – по стерне предшествующей культуры, примерно за 2–3 недели до подъема зяби. Опрыскивание гербицидом проводят по отрастающим сорнякам. К этому времени растения должны иметь 3–5 листьев. Под влиянием глифосата, наряду с гибелью надземных органов многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков, существенно подавляется рост и развитие корневищ. Зяблевую вспашку проводят после гибели надземной массы сорняков, при этом их корневища запахиваются на большую глубину, чем они располагались ранее. В ходе ранневесеннего боронования и предпосевной культивации почвы корневища, находящиеся на глубине 8–10 см, вычесываются на поверхность почвы, высыхают и теряют жизнеспособность [Долженко и др., 2001].

Препараты на основе глифосата иногда применяют и непосредственно на посадках картофеля. Этот прием рекомендуется в тех случаях, когда при прохладной погоде и длительном отсутствии всходов картофеля гребни начинают зарастать сорняками. В целях обеспечения чистоты посадок ко времени появления всходов культуры прово-

гих гербицидов, уничтожает *подмаренник цепкий* (*Galium aparine L.*). Гербицид Рейсер, КЭ угнетающе действует на *осот полевой*, виды *бодяка*, *крестовник обыкновенный*, *хвощ полевой* (*Equisetum arvense L.*) и *чистец болотный* (*Stachys palustris L.*). В норме внесения 2.0–3.0 л/га вызывал у обработанных сорных растений пожелтение верхушек, обесцвечивание листьев, побегов и их гибель до 92%. При сильной степени засорения некоторые сорняки проявляют к нему довольно слабую восприимчивость. Применять его следует не позднее, чем за 7–10 дней до появления всходов картофеля. По отношению к культуре наибольшую селективность этот гербицид проявляет при внесении вскоре после посадки (примерно через 2–3 дня). Применение его непосредственно перед появлением или в момент появления всходов картофеля может вызывать пожелтение верхушек и обесцвечивание листьев и побегов у картофеля.

Как показали исследования, гербициды Зенкор, ВДГ; Зенкор Техно, ВДГ, Лазурит, СП; Зино, СП и др. (700 г/кг метрибузина) обладают, по сравнению с предыдущими препаратами, более широким спектром действия. Активно действуют на большинство видов однолетних двудольных сорняков, поражают однолетние злаки и заметно угнетают *пырей ползучий*. Менее восприимчивы к ним *подмаренник цепкий*, виды *бодяка*, *чистец болотный* и *хвощ полевой*. Проникают эти гербициды в растения через корни и листья. Избирательность и активность метрибузина зависят от типа почвы и содержания в ней органического вещества. Рекомендуются препараты в нормах внесения 1.0–1.4 кг/га до появления всходов картофеля. На легких суглинистых почвах норма внесения не должна превышать 0.5–0.7 кг/га, на средних – 0.7–1.0 кг/га. В более высоких нормах внесения они используются на богатых органическим веществом почвах, особенно торфяниках. На почвах с содержанием гумуса менее 1% метрибузин не применяется. Эффективность применения этих гербицидов составляла 93–100%. Однако ранние сорта картофеля проявляют повышенную сортовую чувствительность к препаратам на основе метрибузина.

В течение последних лет проводились работы по совершенствованию технологии применения производных метрибузина на посадках картофеля. Так, при разработке оптимальных регламентов использования отечественного препарата Лазурит, СП был разработан прием однократного применения 0.7 кг/га данного препарата путем опрыскивания вегетирующих культурных и сорных растений (при высоте ботвы картофеля 5 см).

Одновременно было проведено изучение биологической эффективности новой препаративной формы метрибузина – концентрата коллоидного раствора (Зонтран, ККР). Содержание метрибузина в данной препаративной форме составляет 250 г/л. Максимально быстрый гербицидный эффект этой препаративной формы достигается при обработке на ранних стадиях развития сорных растений, а также при благоприятных условиях роста (оптимальной влажности и температуре). По сравнению со смачивающимися порошками, это позволяет существенно снизить норму внесения действующего вещества на единицу площади при применении по вегетирующим сорным растениям.

Особенности и свойства этой формы гербицида обусловили изменение технологии применения препарата. Рекомендовано проводить обработку только по вегетирующим сорным растениям даже при дробном опрыскивании. Гербицид Зонтран, ККР при однократном и дробном применении по активности действия на однолетние сорняки в условиях опыта не уступал эталонному препарату Зенкор, СП. Он хорошо действовал на вышеприведенные виды однолетних сорных растений [Редюк и др., 2005].

Исследования были проведены на различных сортах картофеля: Невский, Луговской и Елизавета. Применение данного препарата обеспечивало статистически достоверное увеличение урожая клубней. В то же время отмечалась повышенная чувствительность некоторых ранних и среднеранних сортов картофеля (например, сорт Елизавета) к метрибузину. Поэтому снижение гербицидной нагрузки на единицу площади для чувствительных сортов картофеля оправдано.

В настоящее время в борьбе с *пыреем ползучим* при возделывании картофеля, помимо рассмотренного выше приема, можно использовать гербициды, которые вносятся по вегетирующим культурным растениям. Это противозлаковые препараты (граминициды) – Центурион, КЭ, Фюзилад супер, КЭ; Тарга супер, КЭ, Миура, КЭ и другие. Эти препараты безопасны для растений картофеля в любой фазе их роста. Наиболее эффективно они действуют против *пырея ползучего* в период активного роста, т.е. в начальные фазы роста растений. Поэтому их рекомендуется применять, когда растения *пырея* находятся в фазе от 2 до 6 листьев или достигают высоты 10–15 см. На взрослые растения *пырея ползучего* эти препараты оказывают более слабое действие. Наиболее эффективны данные гербициды при использовании в условиях теплой, без осадков погоды и нормальной влажности воздуха, при засухе растения *пырея* к ним менее восприимчивы [Голубев, Редюк, 2013].

Для достижения высокой эффективности при использовании противозлаковых гербицидов их рабочие растворы следует наносить современным опрыскивателем мелкими каплями равномерно по всей обрабатываемой площади. Если растения *пырея ползучего* сравнительно молоды, а погодные условия благоприятны, растения культуры в хорошем состоянии, препараты можно использовать в меньших нормах внесения. Более высокие нормы внесения используют, когда растения *пырея ползучего* более развиты и слабо угнетены культурными растениями. Как показали наши исследования, применять противозлаковые препараты в смеси с другими гербицидами нецелесообразно, поскольку сроки обработки против *пырея ползучего* и однолетних двудольных сорняков, как правило, не совпадают.

Наряду с вышеперечисленными препаратами для борьбы с сорной растительностью в посадках картофеля все более широко применяется послевсходовый гербицид широкого спектра действия Титус, СТС (250 г/кг римсульфутона). Послевсходовое применение препарата Титус, СТС позволяет уничтожить одним опрыскиванием широкий спектр злаковых и двудольных сорняков. Его внесение позволяет полностью заменить до всходов обработки гербицидами. Римсульфурон проникает в растения через листья и быстро перемещается к точкам роста сорняков,

где блокирует деление клеток. Наилучший результат достигается при обработке молодых, быстро растущих сорняков. Видимые симптомы начинают проявляться через 2–3 недели, что не снижает эффективности препарата, а является следствием специфического механизма действия гербицидов сульфонилмочевинной группы. Эффективность гербицида повышается при влажной теплой погоде, в то время как при холодной сухой погоде его воздействие на сорные растения замедляется [Редюк и др., 2008].

Этот гербицид можно применять по мере необходимости в любое удобное время (высота культуры от 5 до 20 см). Возможно дробное внесение гербицида для подавления нескольких волн сорняков, отпадает необходимость в проведении культивации. Низкая норма внесения препарата Титус, СТС (50 г/га) позволяет снизить токсическую нагрузку, сократить затраты на хранение и транспортировку.

Высокую чувствительность к действию препарата проявляют многолетние злаковые (*пырей ползучий, гумай*), однолетние злаковые (*куриное просо, виды щетинника, овсюг* и др.). Из двудольных сорняков это виды *щиряцы, горчицы, пастушья сумка обыкновенная, галинсога мелко-*

цветковая, подмаренник цепкий, виды ромашки, горчица полевая, крестовник обыкновенный, осот полевой, виды бодяка и др. Среднечувствительны к действию препарата виды *горцев, марь белая, устойчив паслен черный* [Маханькова и др., 2011].

Таким образом, комплексное использование гербицидов наряду с агротехническими методами борьбы с сорняками позволяет устранить их негативное воздействие на картофель. При этом повышается урожайность и усиливается потребление ими питательных веществ из почвы и удобрений, повышается качество продукции и существенно уменьшаются затраты на выращивание картофеля.

Определяющим фактором при применении гербицидов должна быть их экологическая безопасность, особенно в нынешних условиях, когда к химическому методу предъявляются строгие требования. Для сокращения сохранности остаточных количеств гербицидов в почве и снижения опасности повреждения последующих культур севооборота рекомендуется использовать такие приемы, как внесение их в форме баковой смеси или дробно – половинными нормами (до всходов культуры и по всходам).

Заключение

Как показали исследования, гербициды Зенкор, ВДГ, Зенкор Техно, ВДГ, Лазурит, СП, Зино, СП и др. (700 г/кг метрибузина) обладают, по сравнению с противозлаковыми препаратами (Центурион, КЭ, Фюзилад супер, КЭ, Тарга супер, КЭ и др.), более широким спектром действия. Они активно действуют на большинство видов однолетних двудольных сорняков, поражают однолетние злаки и заметно угнетают *пырей ползучий*. Менее восприимчивы к ним *подмаренник цепкий, виды бодяка, чистец болотный и хвощ полевой*.

Установлено, что быстрый гербицидный эффект новой препаративной формы метрибузина – концентрата коллоидного раствора (Зонтран, ККР) достигается при обработке сорных растений на ранних стадиях развития, что привело к изменению технологии применения препарата и позволило применять его при высоте растений картофеля от 5 до 10 см.

Из послевсходовых гербицидов широкого спектра действия достоин более широкого применения Титус, СТС. Его внесение позволяет уничтожить одним опрыскиванием широкий спектр злаковых и двудольных сорняков. Высокую чувствительность к действию препарата проявляют многолетние злаковые (*пырей ползучий, гумай*), однолетние злаковые (*куриное просо, виды щетинника, овсюг* и др.). Из двудольных сорных растений это виды *щиряцы, горчицы, пастушья сумка обыкновенная, галинсога мелкоцветковая, подмаренник цепкий, виды ромашки, горчица полевая, крестовник обыкновенный, осот полевой, виды бодяка* и др. Среднечувствительны к действию препарата виды *горцев, марь белая, устойчив паслен черный*. Низкая норма внесения препарата Титус, СТС (50 г/га) позволяет снизить токсическую нагрузку, сократить затраты на хранение и транспортировку.

Библиографический список (References)

Агроклиматический атлас России и сопредельных стран: экономические значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения URL:<http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 19.09.2015)

Голубев А.С., Редюк С.И. Современный ассортимент гербицидов для защиты картофеля. В сборнике: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем Материалы 3-го Всероссийского съезда по защите растений в 3-х томах. Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР); главный редактор В.А. Павлюшин. 2013. С. 160–164.

Долженко В.И., Галиев М.С., Маханькова Т.А., Кириленко Е.И., Тарарин П.А. Перспективные гербициды на картофеле и приемы их рационального применения против комплекса сорных растений в Северо-Западном регионе России. В сборнике: Научно обоснованные технологии химического метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов российской Федерации. ВНИИФ, Голицыно 2001. С.189–205.

Долженко В.И., Голубев А.С., Долженко О.В., Герасимова А.В. Ассортимент пестицидов для защиты картофеля. Картофель и овощи, 2014, N 2, С.22–24.

Долженко В.И., Новожилов К.В., Сухорученко Г.И., Тютюрев С.Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем. Вестник защиты растений, 2011, N 3, С.3–12.

Лунева Н.Н., Надточий И.Н. Названия основных видов сорных растений флоры России и стран СНГ. СПб.: ВИЗР, 2003. 20 с.

Маханькова Т.А., Петунова А.А., Голубев А.С., Кириленко Е.И., Редюк С.И., Чернуха В.Г., Борушко П.И., Суслова Л.Б., Буракова Ю.В., Кожемякова Е.И. Современный ассортимент средств защиты растений. Гербициды на посевах технических, овощных, масличных, прядильных культур, в садах, на паровых полях и землях несельскохозяйственного назначения / Санкт-Петербург, 2011. 153 с.

Петунова А.А., Маханькова Т.А., Кириленко Е.И., Редюк С.И., Чернуха В.Г., Лунева Н.Н., Надточий И.Н., Лысов А.К., Корнилов Т.В. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. Санкт-Петербург, 2013. 280 с.

Редюк С.И., Волгина Л.И., Маханькова Т.А., Кириленко Е.И. Совершенствование ассортимента гербицидов для защиты картофеля. В сборнике: Фитосанитарное оздоровление экосистем Материалы Второго Всероссийского съезда по защите растений: в 2-х томах. 2005. С. 404–406.

Редюк С.И., Голубев А.С., Кириленко Е.И., Маханькова Т.А., Долженко В.И. Действие гербицидов различных классов на сорные растения в посадках картофеля. В сборнике: Современные средства, методы и технологии защиты растений Материалы Международной научно-практической конференции. Под редакцией Н.Г. Власенко. 2008. С. 167–169.

Редюк С.И., Кириленко Е.И., Чернуха В.Г., Свирина Н.В. Система химической защиты картофеля от сорной растительности. В сборнике: Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России. Сборник научных трудов международной научно-практической

конференции, посвященной 110-летию Санкт-Петербургскому государственному аграрному университету. Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, главный редактор В.А. Ефимов. 2014. С. 28–30.

Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель. Выращивание, уборка, хранение. Торжок: ООО «Вариант», 2004. С. 8–41.

Translation of Russian References

- Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. et al. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries: Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds (Internet version 2.0). [Http://www.agroatlas.ru](http://www.agroatlas.ru) 2008. (In Russian).
- Dolzhenko V.I., Galiev M.S., Makhankova T.A., Kirilenko E.I., Tararin P.A. Perspective herbicides on potatoes and methods of their rational use against a complex of weeds in the North-West region of Russia. In: Nauchno obosnovannye tekhnologii khimicheskogo metoda borby s sornyakami v rastenievodstve razlichnykh regionov Rossijskoj Federatsii. Golitsyno: VNIIF, 2001. P. 189–205. (In Russian).
- Dolzhenko V.I., Golubev A.S., Dolzhenko O.V., Gerasimova A.V. Assortment of pesticides for protection of potatoes.// *Kartofel i ovoschi*, 2014, 2, s.22–24. (In Russian).
- Dolzhenko V.I., Novozhilov K.V., Sukhoruchenko G.I., Tyuterev S.L. Chemical protection of plants in phytosanitary rehabilitation of agroecosystems.// *Vestnik zaschity rastenij*, 2011, 3, s.3–12. (In Russian).
- Golubev A.S., Redyuk S.I. Modern assortment of herbicides to protect potatoes from weeds. In: *Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. Materialy 3-go vserossijskogo sezda po zaschite rastenii v 3-kh tomakh* (V.A. Pavlyushin, ed.). St. Petersburg: VIZR, 2013. P. 160–164. (In Russian).
- Luneva N.N., Nadtochii I.N. Names of the main species of weed plants in the flora of Russia and CIS countries. St. Petersburg: VIZR, 2003. 20 p. (In Russian).
- Makhankova T.A., Petunova A.A., Golubev A.S., Kirilenko E.I., Redyuk S.I., Chernukha V.G., Borushko P.I., Suslova L.B., Burlakova Yu.V., Kozhemya E.I. Modern assortment of plant protection products. Herbicides on crops of technical, vegetable, oil-bearing, spinning crops, in gardens, on steam fields and non-agricultural lands. St. Petersburg, 2011. 153 p. (In Russian).
- Petunova A.A., Makhankova T.A., Kirilenko E.I., Redyuk S.I., Chernukha V.G., Luneva N.N., Nadtochii I.N., Lysov A.K., Kornilov T.V. Methodical instructions on registration tests of herbicides in agriculture. St. Petersburg, 2013. (In Russian).
- Redyuk S.I., Golubev A.S., Kirilenko E.I., Makhankova T.A., Dolzhenko V.I. Effect of various herbicides on weeds in potato. In: *Sovremennye sredstva, metody i tekhnologii zaschity rastenii. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* (N.G. Vlasenko, ed.). 2008. P. 167–169. (In Russian).
- Redyuk S.I., Kirilenko E.I., Chernukha V.G., Svirina N.V. System of chemical protection of potatoes from weeds. In: *Globalizatsiya i razvitie agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoj 110-letiyu Sankt-Peterburgskomu gosudarstvennomu agrarnomu universitetu* (V.A. Efimov, ed.). 2014. P. 28–30. (In Russian).
- Redyuk S.I., Volgina L.I., Makhankova T.A., Kirilenko E.I. Improving the range of herbicides for the protection of potatoes. V *sbornike: Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem materialy vtorogo vserossijskogo sezda po zaschite rastenij: v 2-kh tomakh*. 2005. s. 404–406. (In Russian).
- Shpaar D., Bykin A., Dreger D. et al. Potatoes. Cultivation, harvesting, storage. Torzhok: Variant, 2004. P. 8–41. (In Russian).
- Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 54–58

PROTECTION OF POTATOES FROM WEEDS

S.I. Redyuk

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

Experiments were conducted in the Leningrad Region in 2001–2015 to assess the efficacy of herbicides in crops of three potato varieties (Nevsky, Lugovskoy and Elizaveta). The technology of using metribuzin derivatives has been improved. The use regulations of the herbicide Lazurit, SP was also optimized; one-time use of 0.7 kg/ha at a height of potato 5 cm is recommended. Weed species showed different sensitivity to herbicides; the efficiency was 64 to 100%. A rapid herbicidal effect of Zontran KKR occurred during the treatment at early stages of weed development. Early and middle-early varieties of potatoes could be damaged by metribuzin herbicides. *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Avena fatua* L., *Setaria* spp., *Amaranthus* spp., *Sinapis* spp., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Galinsoga parviflora* Cav., *Galium aparine* L., *Matricaria* spp., *Sinapis arvensis* L., *Senecio vulgaris* L., *Sonchus arvensis* L., *Cirsium* spp. and others showed high sensitivity to herbicide Titus STS. *Persicaria* spp., *Chenopodium album* L. were medium-sensitive. *Solanum nigrum* L. was resistant to herbicide Titus STS. Low dose herbicide Titus STS (50 g / ha) reduced storage and transportation costs.

Keywords: potato; weed; herbicide; dose.

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Редюк Сергей Иванович. Научный сотрудник,
e-mail: redyuksergei@mail.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Redyuk Sergei Ivanovich. Researcher,
e-mail: redyuksergei@mail.ru

УДК : 632.35:635.64

АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСНОСТИ СЕРДЦЕВИННОГО НЕКРОЗА ТОМАТА**А.М. Лазарев¹, Е.Н. Мысник¹, А.Н. Игнатов²**¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург;²ИЦ «ФитоИнженерия» ООО, с. Рогачево, Московская область

Приведены сведения по симптоматике сердцевинного некроза томата и биологическим признакам его возбудителя. Описаны ареал и зона вредоносности этого заболевания на территории бывшего Советского Союза. Даны меры борьбы с сердцевинным некрозом томата.

Ключевые слова: сердцевинный некроз томата, симптоматика, ареал, вредоносность, меры борьбы.

Томат играет важную роль среди употребляемых населением Российской Федерации овощей. Однако эту важнейшую сельскохозяйственную культуру поражают многочисленные заболевания, в том числе и бактериальные, среди которых с каждым годом приобретает все большее значение по своей вредоносности сердцевинный некроз (возб.: *Pseudomonas corrugata* Roberts and Scarlett 1981) [Билай и др., 1988; Лазарев, 1993; Матвеева и др., 1999; Ахатов и др., 2002; Афонин и др., 2008; Лазарев, Быкова, 2004; Pekhtereva et al., 2008; Лазарев, 2009, 2015]. В странах южной Европы заболевание также вызывается близким видом *P. mediterranea* [Cataga et al., 2002]. Болезнь была впервые описана С.М.Скарлетт с коллегами на томате [Scarlett et al., 1978], а позднее патоген был выделен из пораженных растений перца, хризантемы, герани и из ризосферы ряда других растений [Trantas et al., 2015]. Генетически, эти два патогена образуют группу, примыкающую к бактериям видов *P. brassicacearum* и *P. fluorescens*, а также имеют ряд факторов вирулентности, общих с факультативным патогеном *P. aeruginosa* (синегнойная палочка) [Trantas et al., 2015].

Первые симптомы этого бактериоза наблюдают во время плодоношения. На листьях отмечают большие продолговатые пятна. Доли листа скручиваются вверх; особенно эти симптомы заметны в солнечные дни. Пораженные листья имеют вид «обваренных», хотя сохраняют зеленый цвет. На больных стеблях развиваются некротические полосы темно-зеленого цвета, длиной 25–50 мм. Возможна сильная мацерация пораженных тканей с разрушением сердцевинны. Позднее у таких стеблей нередко отмечают трещины с пустотами внутри с побуревшей сердцевинной тканью. Чередование высоких дневных (выше 25 °С) и низких температур способствуют развитию заболевания. Бактериальный некроз стебля томата распространен в теплицах с повышенной влажностью (90–95 %) и температурой воздуха (25–28 °С) и почвы. Резкие колебания дневных и ночных температур, применение повышенных доз азотного удобрения при недостатке калийных, фосфорных и особенно борных удобрений способствуют развитию этой болезни. Потери урожая зависят от культивируемого сорта и условий выращивания растений. Инфекция находится в семенах и пораженных растительных остатках. Меры борьбы включают оптимальную агротехнику, соблюдение севооборота, выращивание относительно устойчивых сортов, тщательное уничтожение растительных остатков,

выбраковку щуплых семян, протравливание семян перед посевом химическими препаратами с бактерицидным действием, использование биопрепаратов, сдерживающих развитие бактериоза в период вегетации [Попкова, Носова, 1991; Pekhtereva et al., 2008; Попов и др., 2013].

Серцевинный некроз стеблей томата выявлен в Англии, Франции, Греции, Италии, Испании, Голландии, Португалии, Чехии, Турции, Бразилии, Аргентине, Новой Зеландии и других странах [Билай и др., 1988; Быкова, 1992; Лазарев, 1993, 2015; Ахатов и др., 2002; Гвоздяк и др., 2011]. В нашей сводке отмечена распространенность указанного заболевания томата на территории Российской Федерации – в Ленинградской, Кемеровской, Саратовской, Волгоградской, Московской, Вологодской областях и в республике Татарстан [Билай и др., 1988; Попкова, Носова, 1989, 1991; Носова, 1990; Быкова, 1992; Пехтерева, 1994; Матвеева и др., 1999; Ахатов и др., 2002; Лазарев, Быкова, 2004; Лазарев, 2005, 2015; Игнатов, Лазарев, 2013; Pekhtereva et al., 2008; Лазарев, Попов, 2013]. Бактериоз был отмечен в Армении [Быкова, 1992], Беларуси [Пехтерева, Матвеева, 1989; Сидляревич и др., 1989; Попкова, Носова, 1991; Пехтерева, 1994; Прищепа, Певец, 2004], Латвии [Попкова, Носова, 1991] и на Украине [Гвоздяк и др., 2011]. При составлении ареала и зоны вредоносности бактериоза на территории Российской Федерации и сопредельных государств за основу взята карта распространения томата, предложенная Н.В.Тереховой [2004] [цит. по А.Н. Афонин и др., 2008], а также использованы опубликованные в открытой печати литературные источники. Векторная карта распространения бактериоза (рис.) в масштабе 1:20 000 000 в проекции Равновеликая Альберса на СССР, 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 с помощью средств ГИС-технологий. Она состоит из двух тематических слоев, характеризующих зону распространения и зону высокой вредоносности болезни на томате. Зона вредоносности определена в тех регионах, где возбудитель болезни вызывает потери урожая выше 5 % экономического порога вредоносности. Зона высокой вредоносности включает Московскую и Кемеровскую области, Латвию, Татарстан, где спорадически возникают эпифитотии и могут поражаться до 60 % растений в условиях закрытого грунта [Попкова, Носова, 1989, 1990, 1991; Носова, 1990]. В отдельных теплицах в Татарстане наблюдают до 100 % пораженных растений [Пехтерева, 1994], в Латвии – до 35 % [Попкова, Носова, 1991].

Основная часть работы выполнена в рамках проекта МНТЦ N 2625.

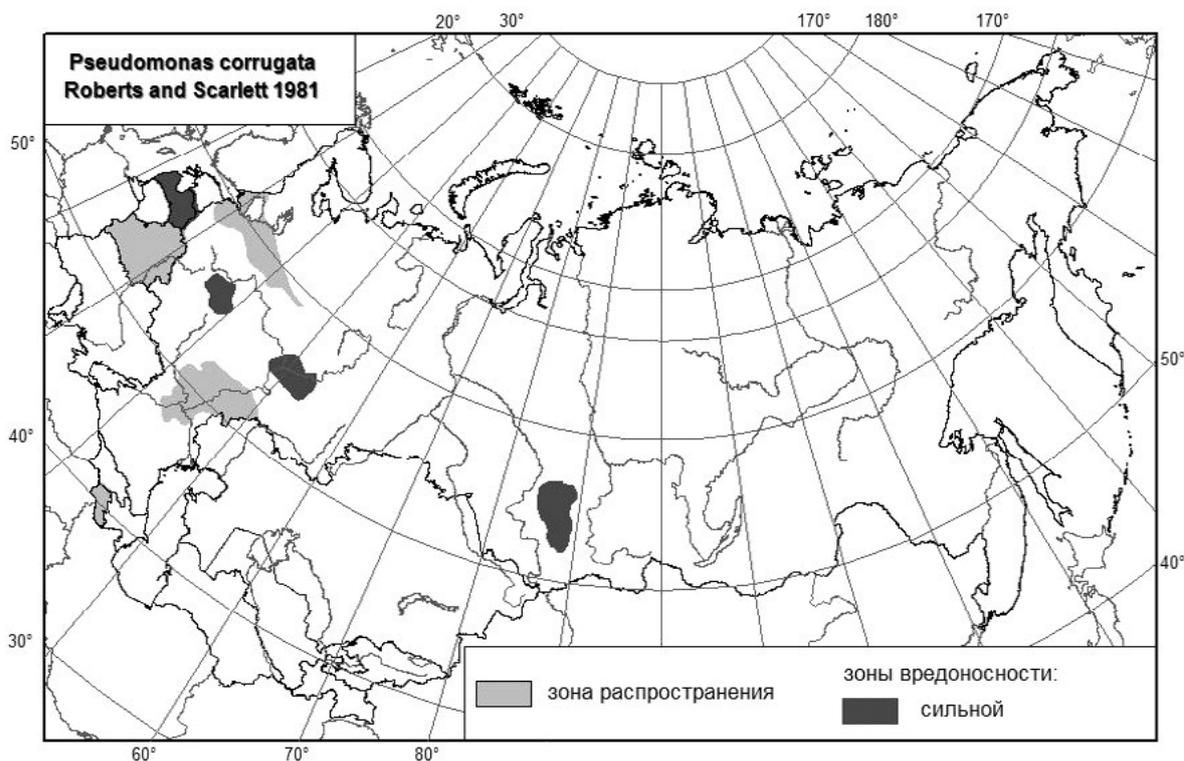


Рисунок. Векторная карта ареала и зоны вредоносности сердцевинного некроза стеблей томата *Pseudomonas corrugata* Roberts and Scarlett

Библиографический список (References)

- Афонин А.Н. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения (Интернет-версия 2.0) / А.Н.Афонин, С.Л.Грин, Н.И.Дзюбенко, А.Н.Фролов // <http://www.agroatlas.ru> 2008.
- Ахатов А.К. Защита овощных культур в закрытом грунте (справочник) / А.К.Ахатов, Ф.С.Джалилов, О.О.Белашапкина, Ю.М.Стройков, В.Н.Чижов // М.: 2002. 464 с.
- Билай В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И.Билай, Р.И.Гвоздяк, И.Г.Скрипаль, В.Г.Краев, И.А.Элланская, Т.И.Зирка, В.А.Мурас // Киев: Наукова думка, 1988. 552 с.
- Быкова Г.А. Биологическое обоснование защиты томата от бактериозов в защищенном грунте Северо-Западной зоны Российской Федерации / Автореф. ... канд. дисс. // СПб, 1992. 18 с.
- Гвоздяк Р.И. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. Монографія (ред. В.П.Патики) / Р.І.Гвоздяк, Л.А.Пасічник, Л.М.Яковлева, С.М.Мороз, О.О.Литвинчук, Н.В.Житкевич, С.Ф.Ходос, Л.М.Буценко, Л.А.Данкевич, І.В.Гриник, В.П.Патика // Киев: ТОВ "НВП "Інтерсервіс". 2011. 444 с.
- Игнатов А.Н. Распространение возбудителей опасных бактериозов растений в Российской Федерации: реальность опережает прогноз. / А.Н.Игнатов, А.М.Лазарев // В сборнике: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. Материалы III Всероссийского съезда по защите растений (16–20 декабря 2013 г.), т. 1. СПб-Пушкин, 2013. С. 240–242.
- Лазарев А.М. Бактериальные болезни томата // Защита и карантин растений. 2005, N 1. С. 22–24.
- Лазарев А.М. Бактериальные болезни томата // Защита и карантин растений. 2009, N 6. С. 48–49.
- Лазарев А.М. Бактериальные болезни томата и меры борьбы с ними. СПб: ВИЗР, 2015. 117 с.
- Лазарев А.М. Методические рекомендации по изучению бактериальных болезней томата и мерам борьбы с ними (ред. В.А.Павлюшин) / А.М.Лазарев, Г.А.Быкова // СПб: ГНУ ВИЗР, 2004. 29 с.
- Лазарев А.М. Перечень основных вредоносных бактериозов важнейших сельскохозяйственных культур на территории Российской Федерации // СПб, 1993. 50 с.
- Лазарев А.М., Попов Ф.А. Основные бактериальные болезни томата / А.М.Лазарев, Ф.А.Попов // Сельскохозяйственные вести. 2013, N 1. С. 51–59.
- Носова О.Н. Некроз сердцевинки стебля томата и обоснование приемов защиты / Автореф. канд. дисс. // М.: 1990. 18 с.
- Матвеева Е.В. Бактериальные болезни томата и картофеля и меры борьбы с ними (методические рекомендации) (под ред. В.А.Павлюшина, А.А.Макаров.) / Е.В.Матвеева, Г.А.Быкова, А.М.Лазарев // СПб: ГНУ ВИЗР, 1999. 30 с.
- Пехтерева Э.Ш. Бактериозы томатов в закрытом грунте // Защита растений. 1989. N 8. С. 42.
- Пехтерева Э.Ш. Вредоносное заболевание томатов в закрытом грунте // В сб.: Труды Всер. Конференции. Бактериальные болезни картофеля и овощных культур и методы борьбы с ними / М.: РАСХН, 1994. С. 57–61.
- Попкова К.В. Некроз сердцевинки стебля томата и обоснование приемов защиты // К.В.Попкова, О.Н.Носова / Известия ТСХА. 1991, вып. 5. С. 89–96.
- Попкова К.В. Особенности развития бактериозов томата в тепличной культуре // К.В.Попкова, О.Н.Носова / Известия ТСХА 1989, вып. 1. С. 100–104.
- Попов Ф.А., Домаш В.И., Лазарев А.М., Азизбекян С.Г. Эффективность биостимулятора «Тубела», ВРП на культуре томата защищенного грунта. // 2-я Международная научно-практическая конференция. Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты» (Минск, 12–14 ноября 2013 г.). Минск, 2013. С. 296–298.
- Прищепа Л.И. Бактериальные болезни томата в условиях закрытого грунта Беларуси // Л.И.Прищепа, Н.В.Певец / Ахова Заслін, 2000, N 4. С. 25–26.
- Сидляревич В.И. Овощные культуры. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков (рекомендации) (ред. В.Ф.Самерсов) // В.И.Сидляревич, Н.Н.Колядко, Ф.А.Попов, Л.И.Прищепа, П.С.Жукова, Н.И.Миккульская, В.П.Бунякин, Т.Н.Жердецкая, Ю.М.Забара, Н.В.Евсегнеева, М.С.Комарова, И.В.Корунец, В.М.Ламеко, О.Т.Новикова, В.Г.Осипов / Барановичи: Барановичевская укрупненная типография, 1998. С. 189–243.
- Catara V, Sutra L, Morineau A, Achouak W, Christen R, Gardan L. Phenotypic and genomic evidence for the revision of *Pseudomonas corrugata* and proposal of *Pseudomonas mediterranea* sp. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2002, 52: P.1749–1758.
- Pekhtereva E.Sh., Ignatov A.N., Kornev K.P., Matveeva E.V., Schaad N.W. 2008. Pith necrosis of tomato in Russia. ISHS Acta Horticulturae 808 II International Symposium on Tomato Diseases. (H. Saygili, F. Sahin, Y. Aysan, eds.): ISBN 978-90-66057-11-1, P. 251–253.

Scarlett C. M., Fletcher J. T., Roberts P., Lelliott R. A. 1978. Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas corrugata* n. sp. Ann. Appl. Biol. 88, P. 105–114. doi:10.1111/j.1744-7348.1978.tb00684.x.

Trantas E.A., Licciardello G., Almeida N.F., Witek K., Strano C.P., Duxbury Z., Verweridis F., Goumas D.E., Jones J.D., Guttman D.S., Catara V., Sarris

P.F. Comparative genomic analysis of multiple strains of two unusual plant pathogens: *Pseudomonas corrugata* and *Pseudomonas mediterranea*. Front Microbiol. 2015, 6, p. 811. doi:10.3389/fmicb.2015.00811.

Translation of Russian References

Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. et al. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries: Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds (Internet version 2.0). [Http://www.agroatlas.ru](http://www.agroatlas.ru) 2008. (In Russian).

Akhmatov A.K., Dzhailov F.S., Beloshapkina O.O., Stroykov U.M., Chizhov V.N. 2002. Protection of vegetable crops in greenhouses (reference). Moscow, 464 p. (In Russian).

Bilal V.I., Gvozdyak R.I., Skripal I.G., Kraev V.G., Ellanskaya I.A., Zirka T.I., Muras V.A. Microorganisms – pathogens of plants. Kiev: Naukova Dumka, 1988, 552 p. (In Russian).

Bykova G.A. 1992. Biological grounds of protection of tomato from bacterial diseases in the protected ground of the North-West of the Russian Federation. PhD Thesis. St. Petersburg, 18 p. (In Russian).

Ignatov A.N., Lazarev A.M. The spread of pathogens of dangerous bacterial diseases of plants in the Russian Federation: the reality is ahead of forecast. In: Phytosanitary optimization of agroecosystems. Proc. of the III All-Russian Congress of Plant Protection (16–20 December 2013), V. 1. St. Petersburg, Pushkin, 2013: 240–242. (In Russian).

Gvozdyak R.I., Pasichnik L.A., Yakovleva L.M., Moroz S.M., Lytvynchuk O.O., Zhitkevich N.V., Hodos S.F., Butsenko L.M., L Dankevich L.A., Grinik I.V., Patika V.P. 2011. Phytopathogenic bacteria. Bacterial plant diseases. Monograph (ed. V.P. Patika). Kiev: TOV NVP Interservis, 444 p. (In Ukrainian).

Lazarev A.M., Bykova, G.A. 2004. Guidelines for the study of bacterial diseases of tomato and measures to control them (V.A. Pavlyushin, ed.). St. Petersburg: VIZR, 29 p. (In Russian)

Lazarev A.M. 2005. Bacterial diseases of tomato. Zashchita i karantin rastenii. N 1. P. 22–24. (In Russian).

Lazarev A.M. 2009. Bacterial diseases of tomato. Zashchita i karantin rastenii. N 6. P. 48–49. (In Russian).

Lazarev A.M. 2015. Bacterial diseases of tomato and their control measures. St. Petersburg: VIZR, 117 p. (In Russian).

Lazarev A.M. 1993. List of the main harmful bacterial diseases on major crops in the Russian Federation. Leningrad: VIZR, 50 p. (In Russian).

Lazarev A.M., Popov F.A. 2013. Main tomato bacterial diseases. Selskokhozyaistvennyye vesti. N 1. P. 59–51. (In Russian).

Nosova O.N. 1990. Necrosis of tomato stem core and justification of methods of protection. PhD Thesis. Moscow, 18 p. (In Russian).

Matveeva E.V., Bykova G.A., Lazarev A.M. 1999. Bacterial diseases of tomato and potato and their control measures (guidelines) (V.A. Pavlyushin, A.A. Makarov, eds.). St. Petersburg: VIZR, 30 p. (In Russian).

Pekhtereva E.S. 1994. Malicious disease of tomatoes in greenhouses. In: Proc. of V ser. of Conference. Bacterial diseases of potato and vegetable cultures and methods of their control. Moscow, Academy of Agricultural Sciences: 57–61. (In Russian).

Pekhtereva E.S., Matveeva E.V. 1989. Bacterioses of tomato in greenhouses. Zashchita rastenii. N 8. P. 42. (In Russian).

Popkova K.V., Nosova O.N. 1989. Features of development of bacterial diseases of tomato in greenhouse culture. Izvestiya TSKhA. V. 1, P. 100–104. (In Russian).

Popkova K.V., Nosova O.N. 1991. Necrosis core of tomato stem and justification of methods of protection. Izvestiya TSKhA. V. 5. P. 89–96. (In Russian).

Popov F.A., Domash V.I., Lazarev A.M., Azizbekyan S.G. 2013. The effectiveness of bio-stimulator «Tubelak» GRP on culture of tomato in protected ground. In: 2 International scientific-practical conference Actual problems of study and preservation of phyto- and mycobiota (Minsk, 12–14 November 2013). Minsk. P. 296–298. (In Russian).

Prishchepa L.I., Singer N.V. 2000. Bacterial diseases of tomato under conditions of greenhouse in Belarus. Ahova Raslin. N 4. P. 25–26. (In Russian).

Sidlyarevich V.I., Kolyadko N.N., Popov F.A., Prishchepa L.I., Zhukova P.S., Mikulski N.I., Bunyakina V.P., Zherdetskaya T.N., Zabara Yu. M., Evsegneeva N.V., Komarova M.S., Korunets I.V., Lamaka V.M., Novikova O.T., Osipov V.G. 1998. In: Vegetable crops. Integrated systems for protecting crops from pests, diseases and weeds (recommendations) (V.F. Samersov, ed.). Baranovichi: Baranovichevskaya Integrated Printing House. P. 189–243. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 59–61

AREA AND HARMFULNESS ZONES OF PITH NECROSIS OF TOMATO

A.M. Lazarev¹, E.N. Mysnik¹, A.N. Ignatov²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia;

²Research Center «PhytoEngineering», Rogachevo, Moscow region, Russia

Symptoms of pith necrosis of tomato (*Pseudomonas corrugata*) and biological properties of the pathogen are described. The area of harmfulness of this disease on the territory of the Russian Federation and neighboring countries are discussed. Control measures against pith necrosis of tomato were suggested.

Keywords: pith necrosis of tomato; tomato; symptom; range; harmfulness; control measures.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
 *Лазарев Александр Михайлович. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: allazar54@mail.ru
 Мысник Евгения Николаевна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: vajra-sattva@yandex.ru
 Центр «Биоинженерия», ул. Московская, 58, 143880
 Рогачево, Московская область, Российская Федерация
 Игнатов Александр Николаевич. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: an.ignatov@gmail.com

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
 *Lazarev Alexander Mikhailovich. Senior Researcher, PhD in Biology, e-mail: allazar54@mail.ru
 Mysnik Evgenia Nikolaevna. Researcher, PhD in Biology, e-mail: vajra-sattva@yandex.ru
 Center «PhytoEngineering», Moskovskaya Str. 58, 143880 Rogachevo, Moscow reg., Russian Federation
 Ignatov Alexander Nikolaevich. Leader Researcher, DSc in Biology, e-mail: an.ignatov@gmail.com

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

**ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА КОЛОБАЕВА
(1931 — 2017)**

[IN MEMORY OF VLADIMIR ALEKSANDROVICH KOLOBAYEV (1931 — 2017)]



29 мая 2017 года на 87 году жизни скончался доктор биологических наук, академик Петровской академии наук и искусств Владимир Александрович Колобаев.

В. А. Колобаев окончил Ленинградский государственный университет в 1954 г. и в течение 52 лет работал во Всесоюзном, а затем Всероссийском институте защиты растений в лабораториях вирусных и микоплазменных болезней растений и иммунитета растений к болезням.

Его широкие научные интересы, глубокая эрудиция и высокая работоспособность позволили внести значительный вклад в вирусологию, фитопатологию и науку об иммунитете растений к болезням.

Важный период в жизни Владимира Александровича связан с работой на Кубе в Институте сахарного тростника (INICA), где он являлся научным руководителем отдела защиты тростника от болезней и вредителей. Владимир Александрович четыре раза был командирован в этот институт и проработал в нем в общей сложности 8 лет. Совершенное знание испанского языка позволило В. А. Колобаеву осуществить подготовку кубинских специалистов как на Кубе, так и в России. Его ученики стали высококвалифицированными специалистами и навсегда сохранили благодарность за полученный научный опыт. Кубинцы высоко оценили вклад В. А. Колобаева в разрешение важнейшей проблемы – селекционной защиты сахарного тростника от болезней и вредителей и подготовку кубинских специалистов. В октябре 1989 г., в честь 25-летия создания Института сахарного тростника были изготовлены 4 юбилейные медали. Одна из них, была присуждена В. А. Колобаеву. Среди награжденных, были также Фидель Кастро и директор INICA.

Огромный экспериментальный материал, полученный во время работы на Кубе, позволил Владимиру Александровичу блестяще защитить докторскую диссертацию, посвященную проблемам защиты сахарного тростника от болезней. В выступлениях кубинских специалистов, присутствовавших на защите диссертации, было замечено, что полученный им за время работы в институте сахарного тростника исходный материал обеспечил селекцию устойчивых сортов сахарного тростника к болезням и вредителям более чем на полвека.

Одаренность и уникальный научный опыт, огромный объем экспериментальной работы, последовательность и методичность в выполнении поставленных задач позволили В. А. Колобаеву создать уникальную коллекцию доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу путем межвидового и межродового скрещивания. Эта коллекция до настоящего времени является базовым материалом для молекулярно-генетического изучения признака устойчивости картофеля к болезни.

В. А. Колобаевым опубликовано более 100 научных работ. Он являлся блестящим популяризатором научных знаний, приверженцем острых научных дискуссий и смелых гипотез.

Владимир Александрович относился к тому поколению русских ученых, для которых преданность науке, высокая гражданская ответственность и патриотизм являлись образом жизни.

Коллеги и друзья навсегда сохранят светлую память о Владимире Александровиче Колобаеве.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

В “Вестнике защиты растений” публикуются результаты оригинальных исследований, теоретические обзоры, прикладные работы, дискуссии и рецензии работ по биологическим проблемам, имеющим отношение к защите растений.

Журнал пропагандирует современные методы защиты растений, включая методы создания устойчивых сортов растений и биосредства борьбы с вредными объектами; фитосанитарный мониторинг агроэкосистем, их агробиоценологическую диагностику и моделирование идущих в них процессов; технологию, экономику и экологическую безопасность применения средств защиты растений.

Фиксированные разделы журнала: 1) полные статьи, 2) краткие сообщения, 3) дискуссия, 4) хроника. Периодичность выхода журнала 4 раза в год.

Требования к оформлению рукописи

Рукопись на русском или английском языке объемом до 12 страниц формата А4 представляется в виде документа Microsoft Word в качестве приложения к письму по адресу vestnik@vizr.spb.ru. Одновременно редакции должен быть выслан один экземпляр распечатки рукописи, подписанный всеми ее авторами.

В рукописи следует использовать только стиль абзаца “Обычный”, не использовать стили для форматирования символов. Дробная часть числа отделяется точкой. Размер шрифта основного текста 12 пунктов, в таблицах, подписях к рисункам и списке литературы – 9 пунктов. Межстрочный интервал – одинарный. Ориентация страницы “книжная”. Шрифт Times New Roman; допустимо использовать Arial в иллюстрациях и Symbol для набора греческих букв.

В 1-м абзаце приводится УДК.

Во 2-м абзаце должно быть указано название статьи (1–3 строки в нормальном регистре, **т.е. заголовок не следует набирать прописными буквами**, они должны быть лишь там, где необходимо – в именах собственных, аббревиатурах и т.п.)

В 3-м – инициалы и фамилии авторов (а)

В 4-м – наименование и электронный адрес организации, город, страна

В 5-м размещается структурированный **Реферат**. Название статьи в нем не повторяется, текст на абзацы не разбивается. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.). Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2–3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, в 1-й раз дается полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Избегайте использования вводных слов и оборотов! Не нужно подчеркивать личный вклад автора! Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры (например, названий учреждений) без расшифровки и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в англ. яз. (допускается: ВТО – WTO, ФАО – FAO и т.п.).

В 6-м абзаце – до 8 ключевых слов или словосочетаний, не входящих в название статьи.

Далее идет основной текст статьи.

Примерный план статьи: краткое вступление, методика

исследований, результаты исследований, обсуждение или выводы, библиографический список. В кратком сообщении выделение разделов необязательно.

Иллюстрации, таблицы и подписи к ним размещают в тексте, непосредственно после абзаца с первой ссылкой на них. Рекомендуемая ширина рисунков и таблиц – 8.7 см (по ширине колонки), либо 18.1 см (во всю страницу). Диаграммы и графики строятся без использования цветных элементов, стандартными средствами Microsoft Word, либо (предпочтительно) в программе Microsoft Excel (в этом случае необходимо предоставить дополнительные файлы (.xls) с оригиналами). Они должны оставаться доступными для редактирования. Растровые изображения (фотографии и т.п.), помимо размещения в тексте статьи, также предоставляются в виде отдельных файлов в формате TIF или JPEG (максимального качества), в черно-белом (Grayscale) исполнении, с разрешением не менее 300 точек на дюйм (dpi). Рисунки не должны дублировать содержание таблиц.

Формулы строятся в стандартном редакторе формул Microsoft Word, либо предоставляются в виде черно-белых растровых изображений с разрешением не менее 600 dpi.

Латинские названия видов приводят полностью при первом их упоминании в тексте, с указанием автора вида; повторно – в сокращенной форме. Следует придерживаться современной номенклатуры. Названия видов и родов выделяются курсивом.

В ГОСТ Р 7.0.5-2008 введены новые правила: **ссылки (отсылки) на издание**, включенное в библиографический список следует приводить **только в квадратных скобках**. В них проставляют первые слова библиографического описания и год издания: [Петров, 2000; Сидоров и др., 2005; Система интегрированной защиты..., 2016]. Внутритекстовые ссылки применяются в тех случаях, когда сведения об анализируемом источнике невозможно перевести в библиографический список или они являются частью основного текста. Их заключают в круглые скобки и приводят непосредственно в строке после текста, к которому они относятся. Например: *Бердяев с горечью пишет, что “старая Европа изменила своему прошлому, отреклась от него” (Смысл истории. М., 1990. С. 166).*

После основного текста размещают **библиографический список**.

Все описания в нем должны быть оформлены единообразно: только с точкой, без тире между их частями. Для книг указывается издательство. Электронный документ и дата обращения к документу приводятся всегда.

В журнале применяется алфавитный способ составления библиографического списка (без нумерации), сначала на кириллице, затем – на латинице.

Примеры оформления в списке литературы статей из журналов и периодических сборников по ГОСТ Р 7.0.5-2008:

Боков В.К. Причины кризиса экономической модели США / В.К. Боков // РБК. 2014. N 4. С. 15–20.

Вагнер А.И. Правовые конструкции в экологическом праве / А.И. Вагнер, О.И. Кох, И.И. Иванов // Экологическое право. 2008. N 3. С. 4–12.

Статья из неперiodического сборника:

Любомилова Г.В. Определение алюминия в тантапониобиевых минералах / Г.В. Любомилова, А.Д. Миллер // Новые метод. исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. М.: 1970. С. 90–93.

Электронный документ:

Бердяев Н.А. Смысл истории. [Электронный ресурс]: Библиотека Якова Кротова. URL: http://krotov.info/library/02_b/berdyayev/1923_019_4.htm (дата обращения: 18.02.2014).

Статьи из продолжающихся или многотомных изданий, книги, авторефераты диссертаций, аналитические обзоры, патенты, электронные издания и документы также оформляются по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Сокращение отдельных слов и словосочетаний применяют для всех элементов библиографической записи, за исключением основного заглавия документа. Слова и словосочетания сокращают по ГОСТ 7.11 и ГОСТ 7.12.

После основного списка литературы приводят **список всех цитируемых работ на кириллице в переводе на английский язык** (названия журналов и издательств транслитерируют, место издания не сокращают). Транслитерация на латинице (формат BGN), сайт www.translit.ru. Например, Ivanov I.I. Title of the paper. Nazvanie zhurnala. 1995. V. 47. N 5. P. 20–32 (In Russian); Ivanov I.I. Title of the book. Moscow. Nauka. 1995. 320 p. (In Russian).

Количество пристатейных библиографических ссылок должно быть не более 5–7 – для кратких сообщений, порядка 15–20 – для экспериментальных работ, и не превы-

шать 20% основного текста – для обзорных статей.

В конце рукописи приводят **на английском языке** название статьи (в нормальном регистре, т.е. его не следует набирать прописными буквами, они должны быть лишь там, где необходимо), инициалы и фамилии авторов, места их работы, реферат (текст объемом порядка 100 слов для кратких сообщений, 200–250 слов – для полных статей), ключевые слова. Недопустимо использование машинного перевода на английский язык!

В завершение даются **сведения об авторах на русском и английском языках** в следующем порядке: почтовый адрес организации, ФИО полностью, должность, ученая степень и звание, e-mail. Перед фамилией автора, ответственного за переписку ставится знак *.

При направлении рукописи прилагаются разрешительные документы организации. Внешняя рецензия доктора или кандидата наук по направлению НИР желательна (в сканированном виде). Рецензент / рекомендатель указывает о себе необходимые данные.

Авторы гарантируют, что ранее рукопись не публиковалась, в ней отсутствует плагиат и иные формы неправомерного заимствования данных, а при заимствованиях текста, таблиц, схем, иллюстраций – они надлежаще оформлены. Автор(ы) несет ответственность за точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и иных сведений.

Заверенные и завизированные руководителем персональные рукописи аспирантов рассматриваются вне очереди. Плата за публикацию не взимается. Рукописи статей не возвращаются.

Авторам, указавшим e-mail, высылается pdf-файл статьи.

Рукописи статей, написанных в форме отчетов и оформленные не по ГОСТ Р 7.05-2008, не принимаются. По всем возникающим вопросам обращайтесь через электронную почту по адресу vestnik@vizr.spb.ru.

Научное издание.

Индекс 36189

Подписано к печати 9 июня 2017 г.